

#5 Priority Doc  
DHAU 6/12  
6-3-02  
VIA HAND DELIVERY  
PATENT  
36856.598

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Norio TANIGUCHI Serial No.: Currently unknown Filing Date: Concurrently herewith For: <b>SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER DEVICE</b>	J1017 U.S. PTO 10/043140 01/14/02
--	---

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

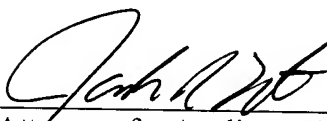
ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of each of Japanese Patent Application Nos. **2001-031444** filed **February 07, 2001**, and **2001-359544** filed **November 26, 2001**, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b. Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: January 14, 2002

  
Attorneys for Applicant(s)

Joseph R. Keating  
Registration No. 37,368

Christopher A. Bennett  
Registration No. 46,710

**KEATING & BENNETT LLP**  
10400 Eaton Place, Suite 312  
Fairfax, VA 22030  
Telephone: (703) 385-5200  
Facsimile: (703) 385-5080

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

J1017 U.S.  
10/0431  
01/14/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年11月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-359544

出 願 人

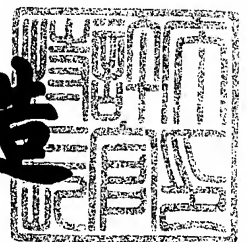
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2001年12月21日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3110714

【書類名】 特許願

【整理番号】 DP010198

【提出日】 平成13年11月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03H 9/12

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 谷口 典生

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100086597

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮▼崎▲ 主税

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 31444

【出願日】 平成13年 2月 7日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004776

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004892

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波フィルタ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一端子対弾性表面波共振子からなる直列腕共振子及び並列腕共振子を有する梯子型回路構成の弾性表面波フィルタ装置であって、

圧電性基板と、

前記圧電性基板上に形成された複数の並列腕共振子及び直列腕共振子と、

前記各並列腕共振子に直列に接続されたインダクタンスとを備え、

前記複数の並列腕共振子が、入力端または出力端に接続された第 1 の並列腕共振子と、直列腕共振子間の接続点に接続された第 2 の並列腕共振子とを有し、

第 1 の並列腕共振子の静電容量を  $C_{p1}$ 、第 2 の並列腕共振子の静電容量を  $C_{p2}$  とした時、 $C_{p1} \times 2 < C_{p2}$  の関係にあり、かつ

前記第 2 の並列腕共振子に接続されているインダクタンスのインダクタンス値が、第 1 の並列腕共振子に接続されているインダクタンスのインダクタンス値以下とされていることを特徴とする弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 2】 前記第 2 の並列腕共振子の静電容量  $C_{p2}$  が、 $C_{p1} \times 2 < C_{p2} < C_{p1} \times 10$  の範囲とされている、請求項 1 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 3】 前記第 2 の並列腕共振子の共振周波数が、前記第 1 の並列腕共振子の共振周波数よりも低い、請求項 1 または 2 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 4】 前記圧電性基板上に前記直列腕共振子及び並列腕共振子が構成されている弾性表面波素子を収納しており、かつ該弾性表面波素子の直列腕共振子または並列腕共振子に接続される複数の電極パッドを有するパッケージと、前記パッケージの電極パッドと、前記直列腕共振子または並列腕共振子とを接続するボンディングワイヤとをさらに備え、

前記第 2 の並列腕共振子に接続されているボンディングワイヤの長さが、前記第 1 の並列腕共振子に接続されているボンディングワイヤの長さ以下とされており、それによって第 2 の並列腕共振子に接続されているインダクタンスの値が、

第 1 の並列腕共振子に接続されているインダクタンスの値以下とされている、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 5】 前記直列腕共振子及び並列腕共振子が圧電性基板上に形成されている弾性表面波素子を収納しており、かつ直列腕共振子または並列腕共振子に接続される複数の電極パッドを有するパッケージと、前記電極パッドと直列腕共振子または並列腕共振子とを接続しているボンディングワイヤとをさらに備え、

前記第 2 の並列腕共振子の一端がボンディングワイヤにより前記複数の電極パッドの内、グラウンド電位に接続される少なくとも 2 個の電極パッドに電氣的に接続されており、それによって第 2 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの値が、第 1 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの値以下とされている、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置を帯域フィルタとして備える通信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の一端子対弾性表面波素子を用いて構成された弾性表面波フィルタ装置に関し、より詳細には、ラダー型回路を構成するように複数の一端子対弾性表面波共振子により並列腕共振子及び直列腕共振子が構成されている弾性表面波フィルタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、入力端と出力端との間の直列腕に弾性表面共振子からなる直列腕共振子を挿入し、直列腕とアース電位との間に構成される並列腕に弾性表面共振子からなる並列腕共振子を有する弾性表面波フィルタが種々提案されている。梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタは、低損失かつ広帯域であるため、バンドパスフィルタとして利用するのに適しており、携帯電話機用帯域フィルタとして幅広く用いられている。

## 【0003】

特開平5-183380号公報には、図29に示すように、破線で示す単位フィルタ501、502を影像接続することにより、ラダー型回路構成を有する弾性表面波フィルタの整合性が改善されると述べられている。なお、単位フィルタとは、1個の直列腕共振子と1個の並列腕共振子で構成される回路部分をいうものとする。図29に示す弾性表面波フィルタでは、3個の単位フィルタ501～503が接続されている。ここで、単位フィルタ501、502の共振子を合成した場合、図30に示すように表される。

## 【0004】

図30に示す回路構成では、入力端504と出力端505との間に、直列腕共振子S1、S2が接続されており、2個の並列腕にそれぞれ、並列腕共振子P1、P2が設けられている。ここで、入力端側に位置する並列腕共振子P1の容量を $C_{p1}$ 、直列腕共振子S1、S2間の並列腕に位置する並列腕共振子P2の容量を $C_{p2}$ とした時、 $C_{p2}/C_{p1} = 2$ とされている。

## 【0005】

他方、特開平11-55067号公報には、 $C_{p2}/C_{p1}$ が2以上とされており、かつ直列腕共振子間に存在する並列腕共振子P2の一端に接続されるインダクタンスを他の並列腕共振子に接続されるインダクタンスよりも大きくした構成が開示されている。このような構成により、図31に示すように、通過帯域よりも低い周波数領域( $f_{rb} \sim f_{ra}$ )における減衰量が確保されたと述べられている。

## 【0006】

上記のように、従来、複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有するラダー型の弾性表面波フィルタでは、並列腕共振子の静電容量については、インピーダンス整合を重視すると、 $C_{p2}/C_{p1} = 2$ に設定すればよいこと、並びに、通過帯域よりも低域側の減衰量を確保するには、 $C_{p2}/C_{p1}$ を1:2以上とし、かつ直列腕共振子間に位置している並列腕の並列腕共振子の一端に接続されるインダクタンスを他の並列腕共振子に接続されるインダクタンスよりも大きくすればよいことが知られていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平5-183380号公報に記載のように、 $C_{p2}/C_{p1} = 2$ とした場合には、通過帯域よりも低域側におけるフィルタ特性の急峻性が損なわれるという問題があった。低域側におけるフィルタ特性の急峻性は、図32に示す周波数特性において、ある減衰量Aから減衰量Bまでの周波数間隔 $\Delta f$ で表される値であり、 $\Delta f$ が小さいほど選択度が高くなる。

【0008】

他方、特開平11-55067号公報に記載のように、 $C_{p2}/C_{p1}$ を2以上とし、かつ直列腕共振子間に存在する並列腕共振子の一端に接続されるインダクタンス値を他の並列腕共振子に接続されるインダクタンス値よりも大きくした場合には、上記のように通過帯域よりも低域側の減衰量が高められる。また、特開平11-55067号公報には明記されていないものの、通過帯域低域側における急峻性も高められる。

【0009】

しかしながら、特開平11-55067号公報に記載の構成では、逆に、通過帯域よりも高域側における減衰量が悪化することがわかった。

本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、通過帯域よりも低域側及び高域側の各阻止域における減衰量が充分であり、通過帯域の近傍の低周波数領域におけるフィルタ特性の急峻性が優れた、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ装置及び該弾性表面波フィルタ装置を用いた通信機を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の広い局面によれば、一端子対弾性表面波共振子からなる直列腕共振子及び並列腕共振子を有する梯子型回路構成の弾性表面波フィルタ装置であって、

圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成された複数の並列腕共振子及び直列腕共振子と、前記各並列腕共振子に直列に接続されたインダクタンスとを備え、前記複数の並列腕共振子が、入力端または出力端に接続された第1の並列腕共振子

と、直列腕共振子間の接続点に接続された第 2 の並列腕共振子とを有し、第 1 の並列腕共振子の静電容量を  $C_{p1}$ 、第 2 の並列腕共振子の静電容量を  $C_{p2}$  とした時、 $C_{p1} \times 2 < C_{p2}$  の関係にあり、かつ前記第 2 の並列腕共振子に接続されているインダクタンスのインダクタンス値が、第 1 の並列腕共振子に接続されているインダクタンスのインダクタンス値以下とされていることを特徴とする弾性表面波フィルタ装置が提供される。

## 【0011】

本発明の特定の局面では、 $C_{p1} \times 2 < C_{p2} < C_{p1} \times 10$  の範囲とされているため、フィルタ特性の急峻性が高められているだけでなく、帯域幅が比較的広い弾性表面波フィルタを得ることができる。

## 【0012】

本発明の別の特定の局面では、第 2 の並列腕共振子の共振周波数が、第 1 の並列腕共振子の共振周波数よりも低くされており、フィルタ特性の急峻性がより一層高められる。

## 【0013】

本発明にかかる弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記圧電性基板上に前記直列腕共振子及び並列腕共振子が構成されている弾性表面波素子を収納しており、かつ該弾性表面波素子の直列腕共振子または並列腕共振子に接続される複数の電極パッドを有するパッケージと、前記パッケージの電極パッドと、前記直列腕共振子または並列腕共振子とを接続するボンディングワイヤとをさらに備え、前記第 2 の並列腕共振子に接続されているボンディングワイヤの長さが、前記第 1 の並列腕共振子に接続されているボンディングワイヤの長さ以下とされており、それによって第 2 の並列腕共振子に接続されているインダクタンスの値が、第 1 の並列腕共振子に接続されているインダクタンスの値以下とされている。この場合には、通過帯域近傍における急峻性が高められるだけでなく、通過帯域よりも高域側における減衰量をさらに改善することができる。

## 【0014】

本発明の別の特定の局面では、前記直列腕共振子及び並列腕共振子が圧電性基板上に形成されている弾性表面波素子を収納しており、かつ直列腕共振子または



並列腕共振子に接続される複数の電極パッドを有するパッケージと、前記電極パッドと直列腕共振子または並列腕共振子とを接続しているボンディングワイヤとをさらに備え、前記第 2 の並列腕共振子の一端がボンディングワイヤにより前記複数の電極パッドの内、グラウンド電位に接続される少なくとも 2 個の電極パッドに電氣的に接続されており、それによって第 2 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの値が、第 1 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの値以下とされている。この場合においても、通過帯域近傍の急峻性が優れているだけでなく、通過帯域よりも高域側における減衰量をさらに改善することができる。

【0015】

本発明にかかる通信機は、本発明に従って構成された弾性表面波フィルタ装置を帯域フィルタとして備えており、従って、選択度に優れた通信機を提供することができる。

【0016】

#### 【発明の実施の形態】

本発明は、上述した特開平 1 1 - 5 5 0 6 7 号公報に記載の弾性表面波フィルタにおける問題点を解消すべくなされたものである。本願発明者らは、この先行技術に記載の構成により通過帯域よりも低い周波数領域における減衰量は高められるものの、上記のように逆に通過帯域よりも高い周波数領域における減衰量が悪化することを見出し、この原因を調べた。

【0017】

ラダー型の弾性表面波フィルタの減衰量は、並列腕共振子にインダクタンス成分が含まれていない場合、直列腕共振子の容量  $C_s$  と並列腕共振子の容量  $C_p$  との比により決定される。しかしながら、一般に弾性表面波フィルタを構成する場合、パッケージの電極ランドと弾性表面波素子の端子とはボンディングワイヤを用いて電氣的に接続されることが多い。ボンディングワイヤはインダクタンス成分として作用するため、並列腕共振子にはインダクタンス成分が自然に接続される。また、パッケージ内の引き回し電極などもインダクタンス成分を構成する。従って、並列腕共振子に直列に接続されるこれらのインダクタンス成分が、帯域外減衰量に大きな影響を与えざるを得なかった。

【0018】

通過帯域よりも低い周波数領域においては、これらのインダクタンス成分の影響は小さいものの、通過帯域よりも高い周波数領域においてはこれらのインダクタンス成分の影響が顕著となる。

【0019】

図2は1ポート型SAW共振子の等価回路を示し、図3はこのインピーダンス特性を示す。また、図4は弾性表面波共振子に直列にインダクタンス $L_2$ が接続されている構成の等価回路を示し、図5はこのインピーダンス特性を示す。

【0020】

図3に示されているように、弾性表面波共振子のインピーダンス特性では、1個の共振点 $f_r$ と1個の反共振点 $f_a$ が存在する。ところが、図5に示されているようにSAW共振子に直列にインダクタンスが接続されていると、第2の共振点 $f_{r2}$ が反共振点 $f_a$ よりも高い側に発生し、第2の共振点 $f_{r2}$ の周波数が、反共振点 $f_a$ よりも充分高ければ、第2の共振点 $f_{r2}$ の周波数は、下記の式(1)により求められる。

【0021】

$$f_{r2} \doteq (L_2 \times C_0)^{-0.5} / (2 \times \pi) \cdots \text{式(1)}$$

従って、電極の容量 $C_0$ と、接続されたインダクタンス $L_2$ に、第2の共振点 $f_{r2}$ の周波数が依存し、電極容量 $C_0$ 及びインダクタンス $L_2$ が大きくなるほど低くなることがわかる。なお、第2の共振点 $f_{r2}$ が反共振点 $f_a$ に近づくと、式(1)により求められる第2の共振点 $f_{r2}$ の周波数精度は悪くなるものの、 $f_{r2}$ が容量 $C_0$ 及びインダクタンス $L_2$ が大きくなるほど低くなるという傾向は変わらない。

【0022】

弾性表面波共振子を用いたラダー型弾性表面波フィルタの広い周波数特性を見た場合、上記SAW共振子の第2の共振点 $f_{r2}$ が減衰極となり、この周波数において減衰量は改善される。しかしながら、第2の共振点 $f_{r2}$ よりも高い周波数領域においては、図4に示した等価回路が全体としてインダクタンス素子として作用するので、ハイパスフィルタのように働き、 $f_{r2}$ よりも高い周波数にお

ける減衰量が悪化することになる。

#### 【0023】

これをより具体的に説明するために、SAW共振子に直列にインダクタンスを接続した素子を並列接続した場合の伝送特性を図6に示す。なお、この伝送特性を得た回路構成は図7に示す通りである。弾性表面波共振子P1として、 $36^\circ$  LiTaO<sub>3</sub>基板上に、交叉幅 $50\mu\text{m}$ 、電極指の対数40対、及び電極指ピッチ $1.05\mu\text{m}$ 、 $h/\lambda=0.09$ のインターデジタルトランスデューサを形成したものをを用いた。なお、インダクタンス $L_w$ のインダクタンス値は $1\text{nH}$ とした。

#### 【0024】

図6から明らかなように、この回路構成によれば、共振点 $f_r$ 及び第2の共振点 $f_{r2}$ において減衰極が発生しているが、第2の共振点 $f_{r2}$ よりも高い周波数において減衰量が悪化していることがわかる。

#### 【0025】

さらに、図8に示すように、2個の並列腕を構成し、各並列腕共振子P1、P2に、それぞれ、インダクタンス $L_w$ が接続されている構成において、並列腕共振子P1、P2の容量比を1:2とした場合の伝送特性を図9に示す。

#### 【0026】

なお、図9に示した伝送特性を得た回路では、並列腕共振子P1は、図6に示した伝送特性を得た場合と同様に構成し、並列腕共振子P2については、交叉幅を $100\mu\text{m}$ としたことを除いては並列腕共振子P1と同様とした。

#### 【0027】

図9から明らかなように、並列腕共振子P1の第2の共振点による減衰極が周波数 $f_{r2}$ に表われ、並列腕共振子P2の第2の共振点による極が周波数 $f_{r3}$ に表われており、これらの周波数 $f_{r2}$ 、 $f_{r3}$ が異なっていることがわかる。従って、図9に示した伝送特性によれば、図6に示した伝送特性に比べて全体的に減衰量が改善されている。

#### 【0028】

ところが、この2つの極の周波数間隔が離れ過ぎると、極間の減衰量が著しく

悪化する傾向があることがわかった。

すなわち、上記並列腕共振子 P 1, P 2 の容量比を、1 : 2、1 : 3、1 : 4 と変化させた場合の伝送特性を図 1 0 に示す。この場合の各共振子の電極パラメータを下記の表 1 に示す。ここでは、並列腕共振子 P 1 の容量を小さくし、並列腕共振子 P 2 の容量が大きくされており、並列腕共振子 P 1, P 2 の容量の合計は変わらないように、容量比が変化されている。

【0 0 2 9】

【表 1】

P 1 : P 2	対数		交叉幅		電極ピッチ	
	P 1	P 2	P 1	P 2	P 1	P 2
1 : 2	4 0 対	4 0 対	50 $\mu$ m	100 $\mu$ m	1.05 $\mu$ m	1.05 $\mu$ m
1 : 3	4 0 対	4 0 対	37.5 $\mu$ m	112.5 $\mu$ m	1.05 $\mu$ m	1.05 $\mu$ m
1 : 4	4 0 対	4 0 対	30 $\mu$ m	120 $\mu$ m	1.05 $\mu$ m	1.05 $\mu$ m

【0 0 3 0】

図 1 0 から明らかなように、上記容量比が大きくなるに従って、2 つの減衰極の間の減衰量が悪化していることがわかる。上述した式 (1) に示すように、インダクタンス値が同じであっても、電極の容量が大きくなれば共振周波数は低くなり、電極容量が小さくなれば共振周波数は高くなる。従って、上記容量比を 1 : 2 から 1 : 4 まで変化させるに従って、2 つの減衰極の間隔はますます広がっていくため、上記のように 2 つの減衰極間における減衰量が悪化している。

【0 0 3 1】

また、特開平 1 1 - 5 5 0 6 7 号公報に記載の先行技術では、大きな静電容量を有する並列腕共振子 P 2 に接続されるインダクタンス成分が相対的に大きくされているので、それによって上記 2 つの減衰極の周波数間隔がより大きくなり、減衰量がさらに悪化していると考えられる。

【0 0 3 2】

これに対して、本発明によれば、通過帯域低域側近傍におけるフィルタ特性の急峻性が高められ、かつ通過帯域高域側における減衰量が改善される。これを以

下において説明する。

【0033】

(1) 通過帯域低域側における急峻性の改善

通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性を改善するために、本願発明では、入力端または出力端に接続された第1の並列腕共振子の静電容量 $C_{p1}$ と、直列腕共振子の接続点に接続された第2の並列腕共振子の静電容量 $C_{p2}$ とが、前述したように $C_{p1} \times 2 < C_{p2}$ を満たす範囲とされている。

【0034】

ラダー型弾性表面波フィルタを複数段接続した場合の電極容量の最適化法は、前述した特開平5-183380号公報に開示されている。すなわち、図29及び図30を参照したように、インピーダンスマッチングを重視し、影像接続すればよい。そのため、入出力端のいずれかに最も近接するように配置された並列腕共振子、本発明における第1の並列腕共振子に相当する並列腕共振子の容量を同様に $C_{p1}$ 、直列腕共振子間の接続点に接続された並列腕共振子、すなわち本発明における第2の並列腕共振子の容量を $C_{p2}$ とした場合、 $C_{p2} / C_{p1} = 2$ とすればよい。

【0035】

また、ラダー型弾性表面波フィルタ全体の減衰量は、並列腕共振子の静電容量 $C_p$ と直列腕共振子の静電容量 $C_s$ との比により決定されることが知られている。この比 $C_p / C_s$ が大きいほど減衰量を拡大することができる。もっとも、実際には、帯域外減衰量は、ボンディングワイヤによるインダクタンス成分の影響を大きく受けるが、インダクタンス成分の付加による共振点は反共振周波数よりも高い周波数に発生するので、通過帯域の低域側では依然として $C_p / C_s$ の影響が支配的である。

【0036】

また、通過帯域の中心周波数 $f_0$ と、入出力インピーダンス $Z_0$ が決定されれば、直列腕共振子と並列腕共振子の容量の積の最適値は、パッケージの寄生成分を考慮しない場合、下記の式(2)により決定されることが知られている(特開平6-69750号公報)。従って、結果として、 $C_{p2} / C_{p1} = 2$ とした場

合、静電容量の絶対値の自由度は小さくなる。なお、パッケージの寄生成分を考慮した場合でも容量の絶対値の自由度は大きくなるわけではないことを指摘しておく。

【0037】

$$Z_0^2 = 1 / (\omega_0^2 \times C_s \times C_p) \cdots \text{式 (2)}$$

なお、式(2)において、 $\omega_0$ は、通過帯域の $f_0$ に対する角周波数を示す。

すなわち、一定の減衰量を確保するには、まず容量比 $C_p / C_s$ が決定され、また入出力インピーダンスとフィルタの中心周波数 $f_0$ とにより容量積 $C_p \times C_s$ が決定され、さらに影像接続が前提であれば、各並列腕共振子の静電容量も決定されることになる。従って、各共振子の容量の絶対値の自由度は非常に低いことがわかる。

【0038】

他方、ラダー型弾性表面波フィルタの低域側の急峻性は、並列腕共振子の共振周波数と反共振周波数との間隔 $\Delta f$ が小さければ小さいほど高められる。また、弾性表面波共振子にインダクタンスを直列接続した構成では、共振周波数は低下し、 $\Delta f$ は大きくなる。この時、 $\Delta f$ は、インダクタンス成分が大きいかつ電極の容量が大きいほど大きくなる。従って、フィルタ特性の急峻性を高めようとした場合には、インダクタンス成分を小さくすること、あるいは電極容量を小さくすることが望ましい。

【0039】

インダクタンス成分の大きさは、ボンディングワイヤの長さや接続構造を工夫することによりある程度小さくされるものの、ある一定の大きさ以上に小さくすることは困難である。従って、通過帯域近傍における急峻性を高めるには、並列腕共振子の容量が小さければ小さいほど好ましいことがわかる。

【0040】

ところが、従来の影像接続を利用した方法では、並列腕共振子の容量は一義的に定められる。従って、通過帯域外減衰量の改善とフィルタ特性の急峻性の改善はトレードオフの関係となり、通過帯域外減衰量の拡大及びフィルタ特性の急峻性の向上の双方を実現することは非常に困難であった。

## 【0041】

ラダー型の弾性表面波フィルタを複数段接続した場合の各並列腕共振子がフィルタ特性に与える影響を説明する。複数の並列腕共振子により複数の減衰極が発生する場合、フィルタの低域側の急峻性は、通過帯域の低域側において最も近接している減衰極がどの位置に存在するかにより決定される。例えば、図31に示したフィルタ特性において、減衰極は $f_{ra}$ と $f_{rb}$ の位置に存在するが、 $f_{ra}$ の周波数位置が高くなれば、より急峻性は高められ、 $f_{ra}$ の周波数が低くなれば通過帯域低域側における急峻性は悪くなる。そして、通過帯域に最も近接した減衰極を構成する $f_{ra}$ とは異なり、 $f_{rb}$ の位置はフィルタ特性の急峻性には大きな影響を与えないことがわかる。

## 【0042】

従って、通過帯域の低域側において最も近接している減衰極を生じさせる並列腕共振子において、容量を相対的に小さく、あるいはインピーダンスを大きくすれば、通過帯域低域側における通過帯域近傍の急峻性を高めることができる。

## 【0043】

しかしながら、通過帯域よりも離れた周波数領域において減衰極を確保しようとした場合、容量比 $C_p/C_s$ を大きくする必要があり、かつ複数の並列腕共振子の合計の容量 $C_{0p}$ にはある最適値が存在する。従って、複数の直列腕共振子及び並列腕共振子を有する梯子型回路構成の弾性表面波フィルタ装置では、上述した第2の並列腕共振子と第1の並列腕共振子の容量 $C_{p2}$ 、 $C_{p1}$ の比 $C_{p2}/C_{p1}$ を2以上とし、かつ $C_{p1}$ と $C_{p2}$ との和を $C_{0p}$ とすることにより、フィルタ特性の急峻性を高めると共に、通過帯域外減衰量を改善することができる。すなわち、第1の並列腕共振子の容量 $C_{p1}$ により通過帯域の低域側における通過帯域近傍の急峻性が高められ、第2の並列腕共振子の容量 $C_{p2}$ により通過帯域から離れた領域における減衰量を確保することができる。

## 【0044】

## (2) 通過帯域高域側の減衰量の改善

次に、本発明に従って、通過帯域高域側における減衰量が改善される理由を説明する。

## 【0045】

前述したように、特開平11-55067号公報に記載の構成では、通過帯域よりも高域側の減衰量が悪化するという問題が生じる。

これに対して、第2の並列腕共振子、すなわち直列腕共振子間の接続点に接続されている並列腕共振子に直列に接続されるインダクタンス値を小さくすると、前述した式(1)の関係により共振周波数は高くなる。従って、第1、第2の並列腕共振子の減衰極の周波数間隔が狭くなり、通過帯域高域側全体の減衰量は大幅に改善される。

## 【0046】

これをより具体的に説明する。

図8に示した回路を用い、並列腕共振子P1、P2の電極容量の比を1:3とし、並列腕共振子P1に接続されるインダクタンス $L_w$ の値を1.0 nHとして固定し、並列共振子P2に接続されるインダクタンス $L_w$ の値を0.7 nH、1.0 nH及び1.3 nHと変化させた場合の各特性を図11に示す。図11において、実線が0.7 nHの場合、破線が1.0 nHの場合、一点鎖線が1.3 nHの場合を示す。

## 【0047】

図11から明らかなように、並列腕共振子P2に接続されるインダクタンスを大きくすると、並列腕共振子P1、P2の減衰極が離れ過ぎ、全体の減衰量が悪化する。これに対して、並列腕共振子P2に接続されるインダクタンスを1 nHとすることにより減衰量が改善され、0.7 nHとすればさらに減衰量が改善されることがわかる。

## 【0048】

また、 $C_{p2}/C_{p1}$ を2以上とすると、前述した特開平11-55067号公報に示されているように、反射特性が悪くなる。通過帯域の低域側で反射特性が悪くなると、局部的に損失が悪化し、フィルタ特性の急峻性も劣化する。この点については、第2の並列腕共振子すなわち電極容量が大きな並列腕共振子の共振周波数を低くすることにより解決することができる。これを、図12及び図13を参照して説明する。



【0049】

図12は、一端子対弾性表面波共振子の電極容量が大きい場合と小さい場合のインピーダンス特性を示す。図12から明らかなように、電極容量が大きな弾性表面波共振子のインピーダンス値の方が、インピーダンス特性全体にわたり低くなっていることがわかる。一端子対弾性表面波共振子を梯子型回路構成の弾性表面波フィルタの並列腕共振子として用いた場合、弾性表面波共振子の共振周波数から反共振周波数までの間隔 ( $f_r \sim f_a$ ) が通過帯域の低域側を構成することになる。従って、第2の並列腕共振子  $C_{p2}$  の容量を通常よりも大きくすると、通過帯域低域側におけるインピーダンスが最適値から小さくなる。すなわち、 $C_{p1} \times 2 < C_{p2}$  となるように第2の並列腕共振子の容量を大きくすると、通過帯域低域側におけるインピーダンスが最適値から小さくされる。

【0050】

他方、図12に示した容量の大きな弾性表面波共振子を変形し、その共振周波数を10MHz低くした場合のインピーダンス特性を図13に実線で示す。図13において、比較のために、図12に示した容量の小さな弾性表面波共振子の周波数特性を破線で示す。

【0051】

図13から明らかなように、容量の大きな弾性表面波共振子の共振周波数を低めることにより、通過帯域低域側に相当する  $f_r \sim f_a$  の周波数領域におけるインピーダンスは、電極容量が小さな共振子のインピーダンス値とほぼ重なることがわかる。従って、容量を変えると同時に、容量の大きな共振子の周波数を低くすることにより、通過帯域低域側におけるインピーダンスを最適な値に補正することができ、インピーダンスマッチングを良好に図ることができ、反射特性を改善することができる。

【0052】

上記のように、本発明では、第1、第2の並列腕共振子の容量  $C_{p1}$ 、 $C_{p2}$  が  $C_{p1} \times 2 < C_{p2}$  を満たしているので通過帯域近傍のフィルタ特性の急峻性が高められ、さらに第2の並列腕共振子に直列接続されているインダクタンスの値が第1の並列腕共振子に直列接続されているインダクタンスの値以下とされて

いるので、通過帯域高域側の減衰量が確保される。

【0053】

次に、本発明のより具体的な実施例につき説明する。

図1は、本発明の第1の実施例にかかる弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図であり、図14はその略図的平面図である。

【0054】

図1に示すように、本実施例の弾性表面波フィルタ装置100では、入力端100Aと出力端100Bとの間に延びる直列腕に、直列腕共振子111a, 111bが設けられている。

【0055】

また、弾性表面波フィルタ装置100では、3本の並列腕が構成されており、3本の並列腕に、それぞれ、並列腕共振子112a～112cが設けられている。また、各並列腕共振子112a～112cに直列にアース電位との間にインダクタンス113a～113cが接続されている。

【0056】

並列腕共振子112a～112cのうち、並列腕共振子112a, 112cが第1の並列腕共振子であり、それぞれ、入力端100Aまたは出力端100Bに接続されている。並列腕共振子112cは本発明における第2の並列腕共振子であり、直列腕共振子111a, 111b間の接続点Xに接続されている。

【0057】

なお、入力端100Aまたは出力端100Bと複数の並列腕共振子112a～112cとの間に、整合容量が挿入されてもよい。

図14に示すように、パッケージ101内に、弾性表面波フィルタ素子110が収納されている。パッケージ101の構造は特に限定されないが、本実施例では、パッケージ101に設けられた凹部内に弾性表面波フィルタ素子110が収納されている。弾性表面波フィルタ素子110の両側には上方に突出した2本の段部が形成されており、一方の段部に電極パッド101a～101cが、他方の段部上に電極パッド101d～101fが形成されている。

【0058】

他方、弾性表面波フィルタ素子110は、 $36^\circ$  Ycut X伝搬 $\text{LiTaO}_3$ 基板からなる圧電性基板上に上記直列腕共振子111a, 111b、並列腕共振子112a~112c及びこれらを接続するための配線パターンが形成された構造を有する。また、図14から明らかなように、直列腕共振子111a, 111b及び並列腕共振子112a~112cは、いずれも1個のインターデジタルトランスデューサ(IDT)と、IDTの表面波伝搬方向両側に配置された反射器とを有する一端子対SAW共振子により構成されている。

【0059】

上記直列腕共振子111a, 111bは、電極指交叉幅を $40\mu\text{m}$ 、IDTの電極指の対数が105対、反射器の電極指の本数は100本、電極指ピッチが $2.07\mu\text{m}$ （表面波の波長 $\lambda$ は $4.14\mu\text{m}$ ）とされており、同じ構造を有する。

【0060】

並列腕共振子112a~112cについては、交叉幅を種々異ならせ、第1の並列腕共振子112a, 112cの容量 $C_{p1}$ と、第2の並列腕共振子112bの容量 $C_{p2}$ との比を変化させ、種々の弾性表面波装置を構成した。なお、各並列腕共振子の電極パラメータは下記の表2に示す通りとした。

【0061】

【表 2】

No	共振子 112 a、112 c			共振子 112 b			容量比
	対数	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	電極ビッチ ( $\mu\text{m}$ )	対数	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	電極ビッチ ( $\mu\text{m}$ )	
1	4 5	1 0 0	2.141	4 5	2 0 0	2.142	1 : 2
2	4 5	8 0	2.141	4 5	2 4 0	2.148	1 : 3
3	4 5	6 6	2.141	4 5	2 6 5	2.153	1 : 4
4	4 5	5 7	2.141	4 5	2 8 6	2.157	1 : 5
5	4 5	5 0	2.141	4 5	3 0 0	2.16	1 : 6
6	4 5	4 4. 4	2.141	4 5	3 1 2	2.162	1 : 7
7	4 5	4 0	2.141	4 5	3 2 0	2.166	1 : 8
8	4 5	3 3. 3	2.141	4 5	3 3 3	2.169	1 : 1 0
9	4 5	2 8. 6	2.141	4 5	3 4 2	2.171	1 : 1 2
1 0	4 5	2 3. 4	2.141	4 5	3 5 5	2.173	1 : 1 5

## 【0 0 6 2】

また、並列腕共振子 1 1 2 a ~ 1 1 2 c は、ボンディングワイヤ 1 1 3 A ~ 1 1 3 C により、それぞれ、アース電位に接続される電極パッド 1 0 1 a, 1 0 1 f, 1 0 1 c に電氣的接続されている。ここで、ボンディングワイヤ 1 1 3 A, 1 1 3 C の長さは、インダクタンスが約 1 nH となるように、ボンディングワイヤ 1 1 3 B の長さは、インダクタンスが約 0. 7 nH となるようにボンディングワイヤ 1 1 3 A, 1 1 3 C よりも短くされている。

## 【0 0 6 3】

上記のように、並列腕共振子 1 1 2 a ~ 1 1 2 c の電極指交叉幅を変化することにより、第 2 の並列腕共振子 1 1 2 b の容量  $C_{p2}$  と、第 1 の並列腕共振子 1 1 2 a, 1 1 2 c の容量  $C_{p1}$  との比を異ならせて得られた各弾性表面波フィルタ装置における通過帯域低域における急峻性を調べた。すなわち、電極容量は対数及び交叉幅に比例するため、交叉幅を変えることにより電極容量を調整した。

## 【0 0 6 4】

なお、急峻性は、通過帯域の低域側において減衰量が 4 dB である周波数位置と、減衰量が 1 2 dB にある周波数位置との周波数間隔を測定することにより評

価した。結果を図 1 5 に示す。

【0 0 6 5】

図 1 5 から明らかなように、従来例に相当する容量比  $C_{p2}/C_{p1}$  が 2 の場合に比べて、容量比  $C_{p2}/C_{p1}$  を高めていくにつれて急峻性が改善されることがわかる。これは、両端に位置する第 1 の並列腕共振子 1 1 2 a, 1 1 2 c の容量  $C_{p1}$  が小さくなるにつれて、インピーダンスが高くなるためと考えられる。

【0 0 6 6】

代表的な周波数特性として、上記容量比  $C_{p2}/C_{p1}$  が 2 である従来例に相当する場合の特性と、 $C_{p2}/C_{p1} = 5$  とした場合の特性を図 1 6 に、それぞれ、実線及び破線で示す。

【0 0 6 7】

図 1 6 から明らかなように、 $C_{p2}/C_{p1} = 5$  (破線) とすることにより、従来例に比べて、低域側における急峻性が大幅に高められていることがわかる。

また、図 1 7 に、図 1 6 に示した特性をより広い周波数範囲で表す。図 1 7 から明らかなように、 $C_{p2}/C_{p1} = 5$  の場合には、第 2 の並列腕共振子 1 1 2 b に接続されるボンディングワイヤによるインダクタンスが 0.7 nH と小さいため、2 7 0 0 MHz 付近まで減衰量が劣化していないことがわかる。

【0 0 6 8】

比較のために、 $C_{p2}/C_{p1} = 5$  の上記実施例の弾性表面波フィルタ装置に対し、第 2 の並列腕共振子 1 1 2 b に接続されるインダクタンス値が 1.0 nH となるようにボンディングワイヤを接続した例及び 1.3 nH となるようにボンディングワイヤを接続した例の周波数特性を図 1 8 に示す。図 1 8 において、実線が 1.0 nH の場合、破線が 1.3 nH の場合を示す。図 1 8 から明らかなように、第 2 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの大きさが大きくなるにつれて、2 7 0 0 MHz 付近の減衰量が悪化していることがわかる。

【0 0 6 9】

また、表 2 に示されているように、中央の第 2 の並列腕共振子の電極ピッチが容量比によって変えられており、容量比が大きくなるほど大きな値とされている

。これは、第2の並列腕共振子の周波数を低めているのと同じことになる。すなわち、上記容量比 $C_{p2}/C_{p1}$ を大きくすると、通過帯域低域側におけるインピーダンス整合による損失が増大し、急峻性が劣化するが、第2の並列腕共振子の電極ピッチを大きくすることにより、周波数を低め、急峻性の劣化を抑制している。

【0070】

図19は、上記実施例の弾性表面波フィルタ装置における容量比 $C_{p2}/C_{p1}$ と帯域幅との関係を示す。なお、帯域幅は減衰量が4dBである帯域の幅を言うものとする。

【0071】

特開平5-183380号公報に開示されているように、並列腕共振子にインダクタンスが直列接続されると、共振周波数が低くなり、通過帯域が広がる。しかしながら、並列腕共振子の容量が小さくなると、共振周波数はシフトし難くなり、通過帯域が減少することになる。

【0072】

他方、図15に示したように、容量比が大きくなるほど急峻性は高まるものの、 $C_{p2}/C_{p1}$ が10以上になると急峻性を改善する程度が小さくなる。従って、好ましくは、 $C_{p2}/C_{p1}$ を2~10の範囲とすることが望ましく、それによって急峻性に優れ、かつ帯域幅も比較的広いフィルタ特性を得ることができる。

【0073】

図20は、第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図であり、図21はその略図的平面断面図である。

第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置200では、入力端200Aと出力端200Bとの間に延びる直列腕に直列腕共振子211a、211bが配置されている。また、第1の並列腕共振子212aが入力端200Aに接続されており、該並列腕共振子212aにインダクタンス213aが直列に接続されている。また、直列腕共振子211a、211b間の接続点Yに第2の並列腕共振子212bが接続されている。並列腕共振子212bには、アース電位との間に、インダ

クタンス 213b1, 213b2 が直列に接続されている。もっとも、インダクタンス 213b1, 213b2 は互いに並列に接続されている。

【0074】

パッケージ 201 内は第 1 の実施例と同様に構成されており、パッケージ 201 は、電極パッド 201a ~ 201f を有する。また、弾性表面波フィルタ素子 210 は、第 1 の実施例と同じ圧電基板上に、上記直列腕共振子 211a, 211b、並列腕共振子 212a, 212b 及びこれらを接続するための配線パターンを形成することにより構成されている。

【0075】

直列腕共振子 211a, 211b 及び並列腕共振子 212a, 212b は、第 1 の実施例と同様に一端子対弾性表面波共振子により構成されている。

より具体的には、直列腕共振子 212a の IDT における交叉幅を  $40\mu\text{m}$ 、電極指の対数が 105 対、反射器における電極指の本数は 100 本、電極指ピッチは  $2.07\mu\text{m}$  すなわち弾性表面波の波長  $\lambda$  は  $4.14\mu\text{m}$  とされている。直列共振子 211b では、交叉幅が  $80\mu\text{m}$  とされていることを除いては、直列腕共振子 211a と同様に構成されている。

【0076】

並列腕共振子 212a, 212b は、下記の表 3 に示すように、様々な交叉幅を有するように構成されており、それによって並列腕共振子 212a の容量  $C_{p1}$  と、並列腕共振子 212b の静電容量  $C_{p2}$  との容量比が種々異なる弾性表面波フィルタ装置 200 を作製した。なお、各並列腕共振子 212a, 212b の電極パラメータは下記の表 3 に示す通りである。

【0077】

【表 3】

No	共振子 212 a			共振子 212 b			容量比
	対数	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	電極ピッチ ( $\mu\text{m}$ )	対数	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	電極ピッチ ( $\mu\text{m}$ )	
1	4 5	1 0 0	2.141	4 5	2 0 0	2.142	1 : 2
2	4 5	7 5	2.141	4 5	2 2 5	2.148	1 : 3
3	4 5	6 0	2.141	4 5	2 4 0	2.153	1 : 4
4	4 5	5 0	2.141	4 5	2 5 0	2.157	1 : 5
5	4 5	4 3	2.141	4 5	2 5 7	2.16	1 : 6
6	4 5	3 7. 5	2.141	4 5	2 6 2. 5	2.162	1 : 7
7	4 5	3 3. 3	2.141	4 5	2 6 6. 7	2.166	1 : 8
8	4 5	2 7. 2	2.141	4 5	2 7 2	2.169	1 : 1 0
9	4 5	2 3. 1	2.141	4 5	2 7 6. 9	2.171	1 : 1 2
1 0	4 5	1 8. 8	2.141	4 5	2 8 1. 2	2.173	1 : 1 5

## 【0 0 7 8】

また、並列腕共振子 2 1 2 a, 2 1 2 b は、ボンディングワイヤ 2 1 3 A, 2 1 3 B 1, 2 1 3 B 2 により、パッケージの電極パッド 2 0 1 a, 2 0 1 c, 2 0 1 f に電氣的接続されている。この場合、ボンディングワイヤ 2 1 3 A によるインダクタンスが約 1 nH となるようにボンディングワイヤ 2 1 3 A の長さが選ばれており、ボンディングワイヤ 2 1 3 B 1, 2 1 3 B 2 は、異なる電極パッド 2 0 1 c, 2 0 1 f に接続されており、それによって並列腕共振子 2 1 2 b とアース電位との間に約 0. 5 5 nH のインダクタンスが直列に接続されるように構成されている。

## 【0 0 7 9】

上記のようにして得た各弾性表面波フィルタ装置における通過帯域低域側の急峻性と容量比との関係を調べた。結果を図 2 2 に示す。フィルタ特性の急峻性は第 1 の実施例と同様にして評価した。

## 【0 0 8 0】

図 2 2 から明らかなように、従来例に相当する容量比  $C_{p2}/C_{p1} = 2$  の場合に比べて、容量比  $C_{p2}/C_{p1}$  を高めていくに従って、急峻性が改善される



ことがわかる。これは、第 1 の並列腕共振子 2 1 2 a の容量  $C_{p1}$  が極端に小さくなり、高インピーダンスになるためと考えられる。

【0081】

代表的な特性として、 $C_{p2}/C_{p1} = 2$  である従来例と、 $C_{p2}/C_{p1} = 5$  の場合の伝送特性を図 2 3 に示す。図 2 3 において、実線が実施例を、破線が従来例を示す。

【0082】

図 2 3 から明らかなように、 $C_{p2}/C_{p1} = 5$  とした場合、通過帯域低域側の急峻性が効果的に高められることがわかる。また、周波数範囲を広げた場合の特性を、図 2 4 に示す。

【0083】

図 2 4 では、直列腕共振子 2 1 3 b に接続されるボンディングワイヤ 1 1 3 B 1, 1 1 3 B 2 により加わる合計のインダクタンスが 1.3 nH とされている例と、1.0 nH とされている場合の特性を示す。図 2 4 から明らかなように、容量の大きな並列腕共振子 2 1 3 b に接続されるインダクタンス値を大きくした場合には、2700 MHz 付近の減衰量が悪化していることがわかる。

【0084】

また、上記容量比と急峻性の関係及びインダクタンスと減衰量との関係は、第 1 の実施例の場合の 3 個の並列腕共振子を用いた場合と同じ傾向を示している。従って、第 1, 第 2 の実施例から、2 個以上の直列腕共振子と、2 個以上の並列腕共振子とを有する梯子型回路構成の弾性表面波フィルタにおいては、第 1 の実施例のように入出力が対称である構造、及び第 2 の実施例のように入出力が非対称な構造のいずれにおいても本発明の効果の得られることがわかる。

【0085】

第 3 の実施例として、中心周波数が 1960 MHz の梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ装置につき説明する。なお、第 3 の実施例では、回路構成については、第 1 の実施例と同様とし、従って、第 1 の実施例について示した図 1 及び図 1 4 を参照して第 3 の実施例を説明することとする。

【0086】

第3の実施例では、直列腕共振子111a, 111bにおいて、交叉幅が20  $\mu\text{m}$ 、IDTの対数が100対、反射器の電極指の本数が100本、電極指ピッチが1.00  $\mu\text{m}$ （表面波の波長 $\lambda$ は2.00  $\mu\text{m}$ ）とされており、直列腕共振子111a, 111bは同じ構造を有するように構成した。

【0087】

並列腕共振子112a~112cについては、交叉幅を異ならせることにより、容量Cp1とCp2との比を種々異ならせた。並列腕共振子112a~112cの電極パラメータは下記の表4に示す通りである。

【0088】

【表4】

No	共振子312a、312c			共振子312b			容量比
	対数	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	電極ピッチ ( $\mu\text{m}$ )	対数	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	電極ピッチ ( $\mu\text{m}$ )	
1	45	50	1.043	45	100	1.043	1 : 2
2	45	40	1.043	45	120	1.047	1 : 3
3	45	33	1.043	45	132	1.049	1 : 4
4	45	28.5	1.043	45	143	1.051	1 : 5
5	45	25	1.043	45	150	1.053	1 : 6
6	45	22.2	1.043	45	156	1.055	1 : 7
7	45	20	1.043	45	160	1.056	1 : 8
8	45	16.7	1.043	45	167	1.056	1 : 10
9	45	14.3	1.043	45	171.4	1.057	1 : 12
10	45	11.7	1.043	45	177.6	1.059	1 : 15

【0089】

また、並列腕共振子112a, 112cに直列に接続されるインダクタンスが約1nHであるように、ボンディングワイヤ113A, 113Cの長さが相対的に長くされており、並列腕共振子112bに直列に接続されるインダクタンスが約0.7nHとなるようにボンディングワイヤ113Bの長さが相対的に短くされている。

【0090】

上記のようにして得た各弾性表面波フィルタ装置における通過帯域低域側における急峻性と容量比 $C_{p2}/C_{p1}$ との関係を調べた。急峻性は第1の実施例と同様にして評価した。結果を図25に示す。

【0091】

図25から明らかなように、従来例に相当する容量比 $C_{p2}/C_{p1}=2$ の場合に比べて、容量比を高めていくに従って急峻性が改善されることがわかる。代表的な特性として、容量比 $C_{p2}/C_{p1}=2$ の場合の従来例の伝送特性と、容量比 $C_{p2}/C_{p1}=5$ の場合の伝送特性を図26に示す。

【0092】

図26から明らかなように、容量比 $C_{p2}/C_{p1}$ を5とすることにより、従来例に比べて、急峻性が高められていることがわかる。

また、容量の大きな並列腕共振子112bに接続されるインダクタンス値を1.3nHと大きくした場合の例と、上記実施例の弾性表面波フィルタ装置（容量比=5、並列腕共振子112bに接続されるインダクタンス0.7nH）の伝送特性を図27により広い周波数範囲にわたって示す。第3の実施例においては、周波数が第1、第2の実施例に比べて高いため、通過帯域の3倍付近の周波数である5800MHz付近では減衰量が悪化しているものの、通過帯域の高域側における減衰量の悪化を従来例に比べて抑制し得ることがわかる。

【0093】

また、容量比と急峻性との関係及びインダクタンスと減衰量との関係は、第1の実施例の800MHzのラダー型の弾性表面波フィルタ装置と同じ傾向を示している。従って、第1、第3の実施例によれば、中心周波数の高低に関わらず、本発明に従って通過帯域低域側における急峻性を高めることができ、かつ広い周波数範囲に減衰量の悪化を抑制し得ることがわかる。

【0094】

次に、本発明に従って構成された弾性表面波フィルタ装置を帯域フィルタとして備える通信機を説明する。

図28は、本発明に係る弾性表面波装置を用いた通信機160を説明するための概略ブロック図である。

## 【0095】

図28において、アンテナ161に、デュプレクサ162が接続されている。デュプレクサ162と受信側ミキサ163との間に、RF段を構成する弾性表面波フィルタ164及び増幅器165が接続されている。さらにミキサ163にIF段の表面波フィルタ169が接続されている。また、デュプレクサ162と送信側のミキサ166との間には、RF段を構成する増幅器167及び弾性表面波フィルタ168が接続されている。

## 【0096】

上記通信機160におけるRF段の表面波フィルタ164として本発明に従って構成された弾性表面波フィルタ装置を好適に用いることができる。

## 【0097】

## 【発明の効果】

本発明にかかる弾性表面波フィルタ装置では、一端子対弾性表面波共振子からなる直列腕共振子及び並列腕共振子を複数個備え、各並列腕共振子に直列にインダクタンスが接続されている構成において、入力端または出力端に接続された第1の並列腕共振子及び直列腕共振子間の接続点に接続された第2の並列腕共振子の静電容量 $C_{p1}$ 、 $C_{p2}$ が、 $C_{p1} \times 2 < C_{p2}$ の関係にあるため、すなわち容量比 $C_{p2} / C_{p1}$ が2より大きいいため、通過帯域の低域側におけるフィルタ特性の急峻性が高められる。また、第2の並列腕共振子に接続されているインダクタンスのインダクタンス値が、第1の並列腕共振子に接続されているインダクタンスのインダクタンス値以下とされているので、通過帯域外減衰量を充分な大きさとすることができる。よって、フィルタ特性の急峻性に優れているだけでなく、阻止域における減衰量が充分な大きさの、良好なフィルタ特性を実現することが可能となる。

## 【0098】

特に、 $C_{p1} \times 2 < C_{p2} < C_{p1} \times 10$ とされている場合には、フィルタ特性の急峻性及び阻止域における減衰量の向上だけでなく、帯域幅を充分な広さとすることができる。

## 【0099】

また、第 2 の並列腕共振子の共振周波数が、第 1 の並列腕共振子の共振周波数よりも低い場合には、通過帯域低域側における反射特性の劣化を抑制することができ、それによってフィルタ特性の急峻性をより一層効果的に高めることができる。

#### 【0100】

本発明において、上記各並列腕共振子に直列に接続されるインダクタンスを構成する部材については特に限定されないが、パッケージの電極パッドと並列腕共振子とを接続するボンディングワイヤの長さを調整することにより、上記並列腕共振子に接続されるインダクタンスの大きさを調整することができる。すなわち、第 2 の並列腕共振子に接続されているボンディングワイヤの長さが、第 1 の並列腕共振子に接続されているボンディングワイヤの長さ以下とすることにより、第 2 の並列腕共振子に接続されているインダクタンス値を第 1 の並列腕共振子に接続されているインダクタンス値以下とすることができる。同様に、第 2 の並列腕共振子の一端が複数のボンディングワイヤにより複数の電極パッドに電氣的に接続されている構成を採用することによっても、第 2 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの値を第 1 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの値以下とすることができる。

#### 【0101】

本発明にかかる通信機では、本発明に従って構成された弾性表面波フィルタ装置を帯域フィルタとして備えているため、帯域フィルタにおけるフィルタ特性が改善されるので、選択度に優れた通信機を提供することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の第 1 の実施例にかかる弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図。

##### 【図 2】

一般的な弾性表面波共振子の等価回路を示す図。

##### 【図 3】

図 2 に示した弾性表面波共振子のインピーダンス特性を示す図。

##### 【図 4】

弾性表面波共振子に直列にインダクタンスが接続された構成の等価回路を示す図。

【図 5】

図 4 に示した等価回路のインピーダンス特性を示す図。

【図 6】

1 個の並列腕共振子に直列にインダクタンスが接続された回路構成の伝送特性を示す図。

【図 7】

図 6 に示した伝送特性を有する回路構成を示す図。

【図 8】

2 個の並列腕共振子が従属接続されており、各並列腕共振子にインダクタンスが直列に接続されている回路を示す図。

【図 9】

図 8 の回路構成の伝送特性を示す図。

【図 1 0】

図 8 の回路構成において、並列腕共振子 P 1, P 2 の静電容量の割合を異ならせた場合の伝送特性の変化を示す図。

【図 1 1】

図 8 に示した回路構成において、並列腕共振子 P 1, P 2 の容量比を 1 : 3 とし、並列腕共振子 P 2 に接続されるインダクタンスの値を変化させた場合の伝送特性の変化を示す図。

【図 1 2】

静電容量が異なる一端子対弾性表面波共振子のインピーダンス特性を示す図。

【図 1 3】

図 1 2 に示した静電容量の大きな弾性表面波共振子において、周波数を 1 0 M H z 低下させた場合のインピーダンス特性と、図 1 2 に示した静電容量の小さな弾性表面波共振子のインピーダンス特性を示す図。

【図 1 4】

第 1 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の略図的平面図。

## 【図 1 5】

第 1 の実施例において、容量比  $C_{p2}/C_{p1}$  を変化させた場合のフィルタ特性の通過帯域低域側における急峻性の変化を示す図。

## 【図 1 6】

従来例に相当する  $C_{p2}/C_{p1} = 2$  の場合の弾性表面波フィルタ装置の伝送特性と、第 1 の実施例 ( $C_{p2}/C_{p1} = 5$ ) の弾性表面波フィルタ装置の伝送特性を示す図。

## 【図 1 7】

図 1 6 に示した伝送特性をより広い周波数範囲にわたって示した図。

## 【図 1 8】

第 1 の実施例の弾性表面波フィルタ装置において、 $C_{p2}/C_{p1} = 5$  とし、第 2 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの値を異ならせた場合の伝送特性を示す図。

## 【図 1 9】

第 1 の実施例において、容量比  $C_{p2}/C_{p1}$  と帯域幅との関係を示す図。

## 【図 2 0】

第 2 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図。

## 【図 2 1】

第 2 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の略図的平面図。

## 【図 2 2】

第 2 の実施例において、容量比  $C_{p2}/C_{p1}$  と急峻性との関係を示す図。

## 【図 2 3】

第 2 の実施例 ( $C_{p2}/C_{p1} = 5$ ) の弾性表面波フィルタ装置、及び従来例 ( $C_{p2}/C_{p1} = 2$ ) の各弾性表面波フィルタ装置の伝送特性を示す図。

## 【図 2 4】

第 2 の実施例の弾性表面波フィルタ装置において、第 2 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの値を変化させた場合の伝送特性の変化を示す図。

## 【図 2 5】

第 3 の実施例における容量比  $C_{p2}/C_{p1}$  とフィルタ特性の急峻性との関係

を示す図。

【図 2 6】

第 3 の実施例 ( $C_{p2}/C_{p1} = 5$ ) の弾性表面波フィルタ装置及び比較のために用意した従来例 ( $C_{p2}/C_{p1} = 2$ ) の弾性表面波フィルタ装置の伝送特性を示す図。

【図 2 7】

第 2 の並列腕共振子に接続されるインダクタンスの大きさを変化させた場合の伝送特性の変化を示す図。

【図 2 8】

本発明の弾性表面波フィルタ装置を備える通信機を説明するための概略ブロック図。

【図 2 9】

従来の弾性表面波フィルタ装置の回路構成を説明するための回路図。

【図 3 0】

従来の弾性表面波フィルタ装置の回路構成の他の例を説明するための回路図。

【図 3 1】

図 3 0 に示した弾性表面波フィルタ装置の伝送特性を示す図。

【図 3 2】

従来の弾性表面波フィルタ装置の周波数特性におけるフィルタ特性の急峻性を説明するための図。

【符号の説明】

1 0 0 A … 入力端

1 0 0 B … 出力端

1 0 1 … パッケージ

1 0 1 a ~ 1 0 1 f … 電極パッド

1 1 1 a, 1 1 1 b … 直列腕共振子

1 1 2 a, 1 1 2 c … 第 1 の並列腕共振子

1 1 2 b … 第 2 の並列腕共振子

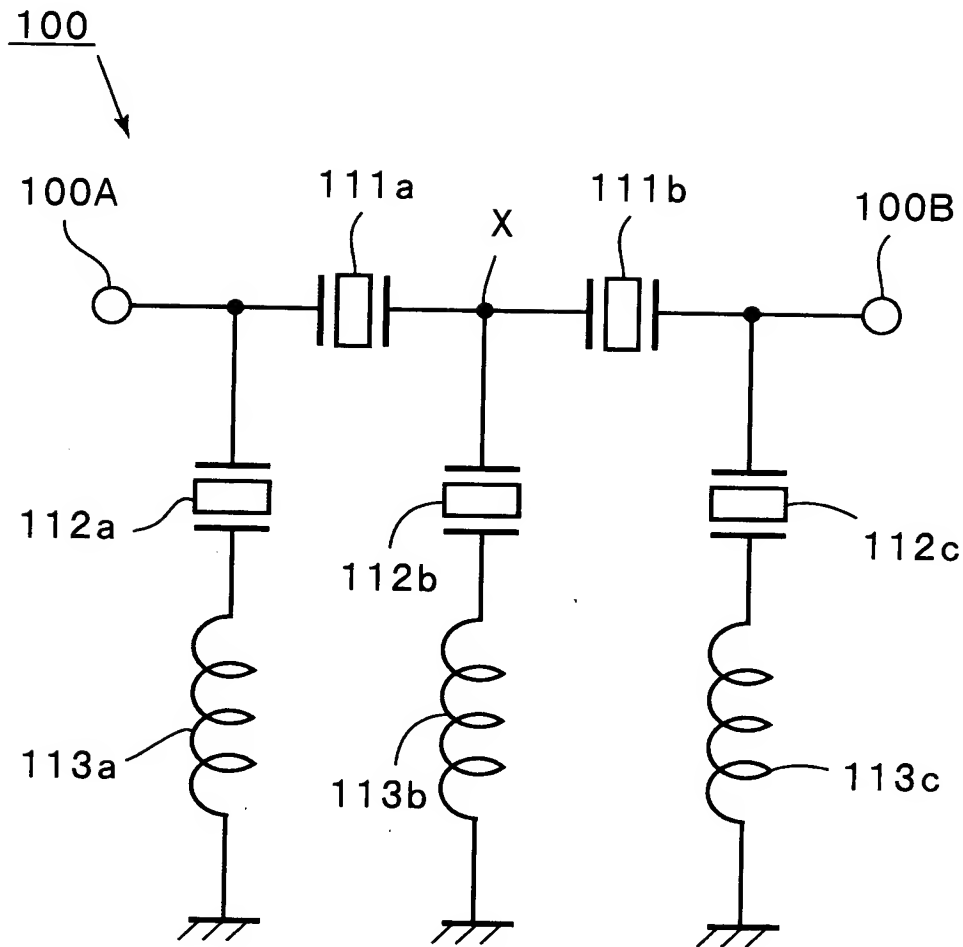
1 1 3 a ~ 1 1 3 c … インダクタンス



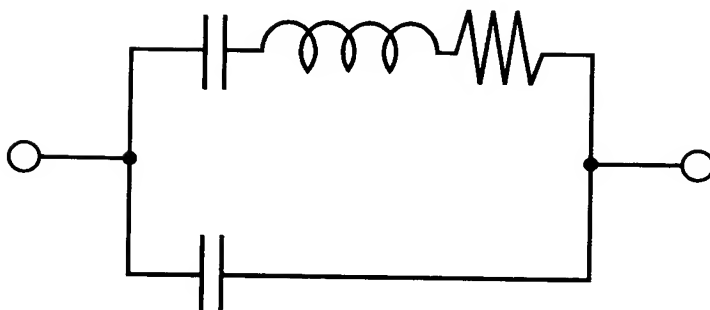
1 1 3 A ~ 1 1 3 C …ボンディングワイヤ  
2 0 0 …弾性表面波フィルタ装置  
2 0 0 A …入力端  
2 0 0 B …出力端  
2 0 1 …パッケージ  
2 0 1 a ~ 2 0 1 f …電極パッド  
2 1 1 a, 2 1 1 b …直列腕共振子  
2 1 2 a …第 1 の並列腕共振子  
2 1 2 b …第 2 の並列腕共振子  
2 1 3 a, 2 1 3 b 1, 2 1 3 b 2、…インダクタンス  
2 1 3 A, 2 1 3 B 1, 2 1 3 B 2 …ボンディングワイヤ  
A, B …接続点

【書類名】 図面

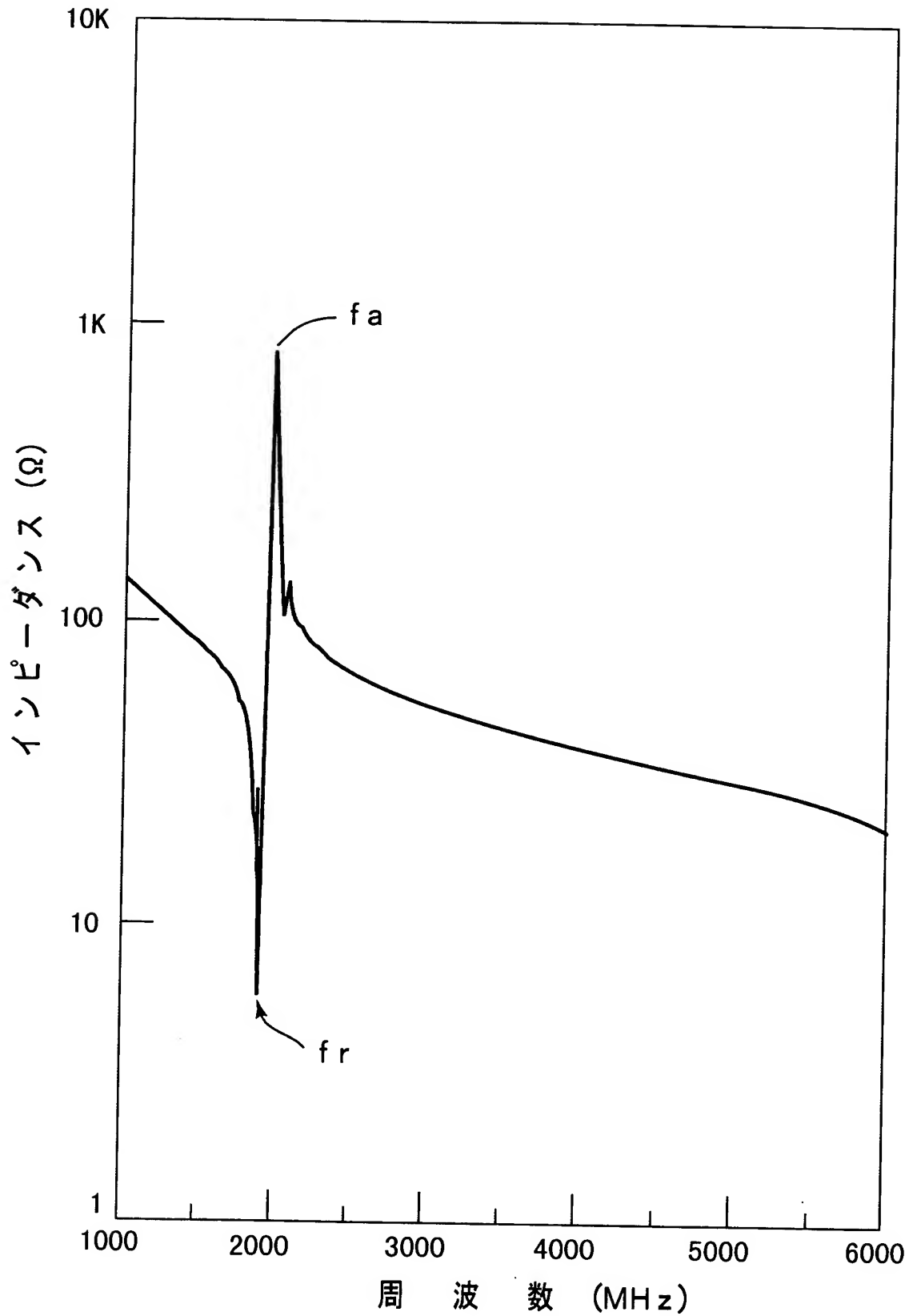
【図 1】



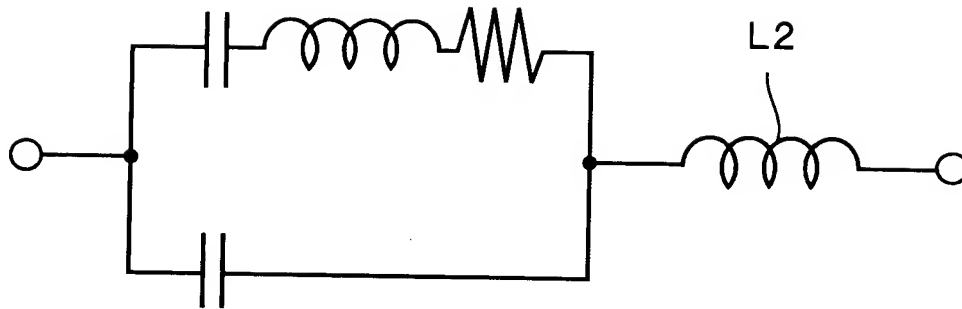
【図 2】



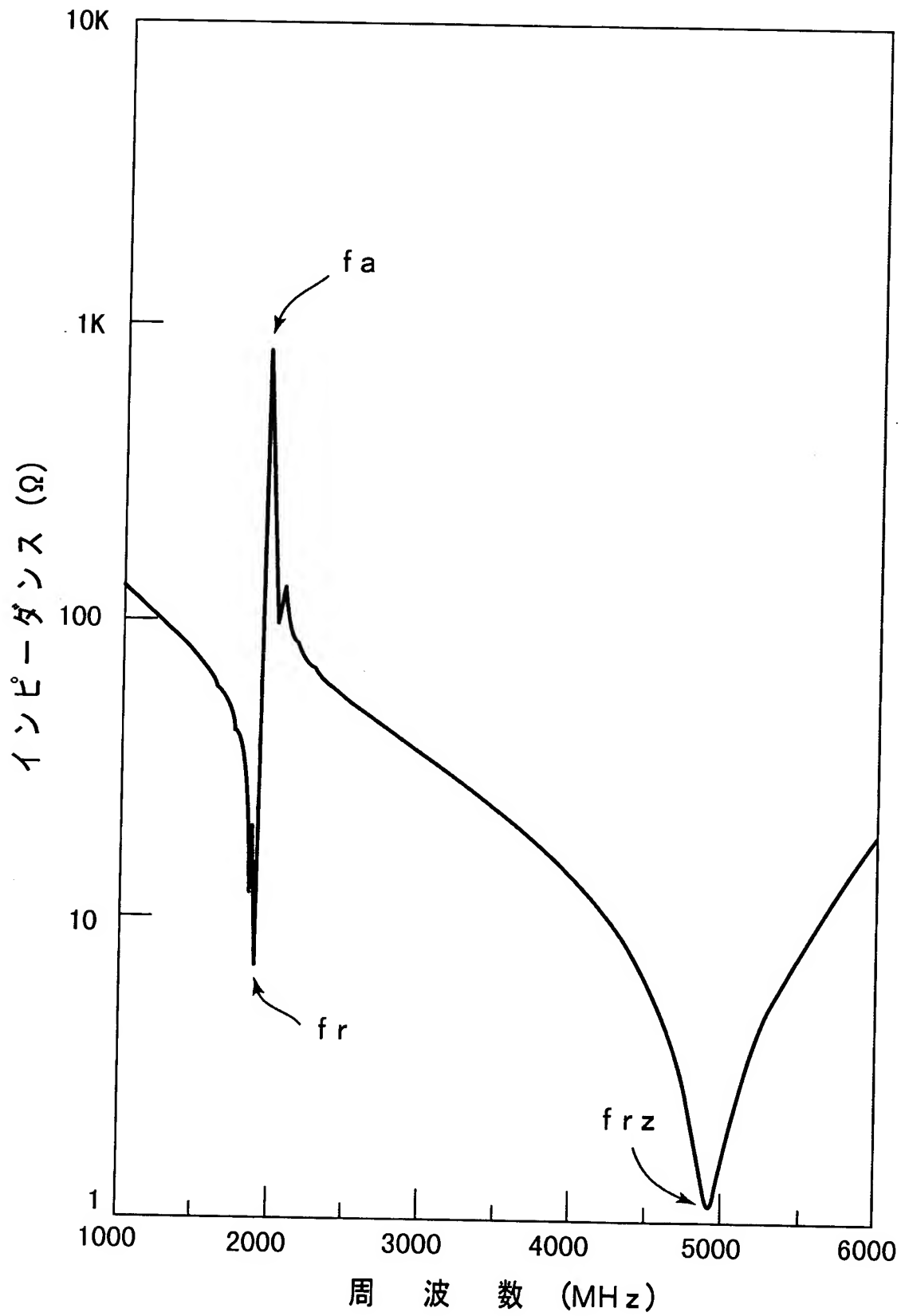
【図 3】



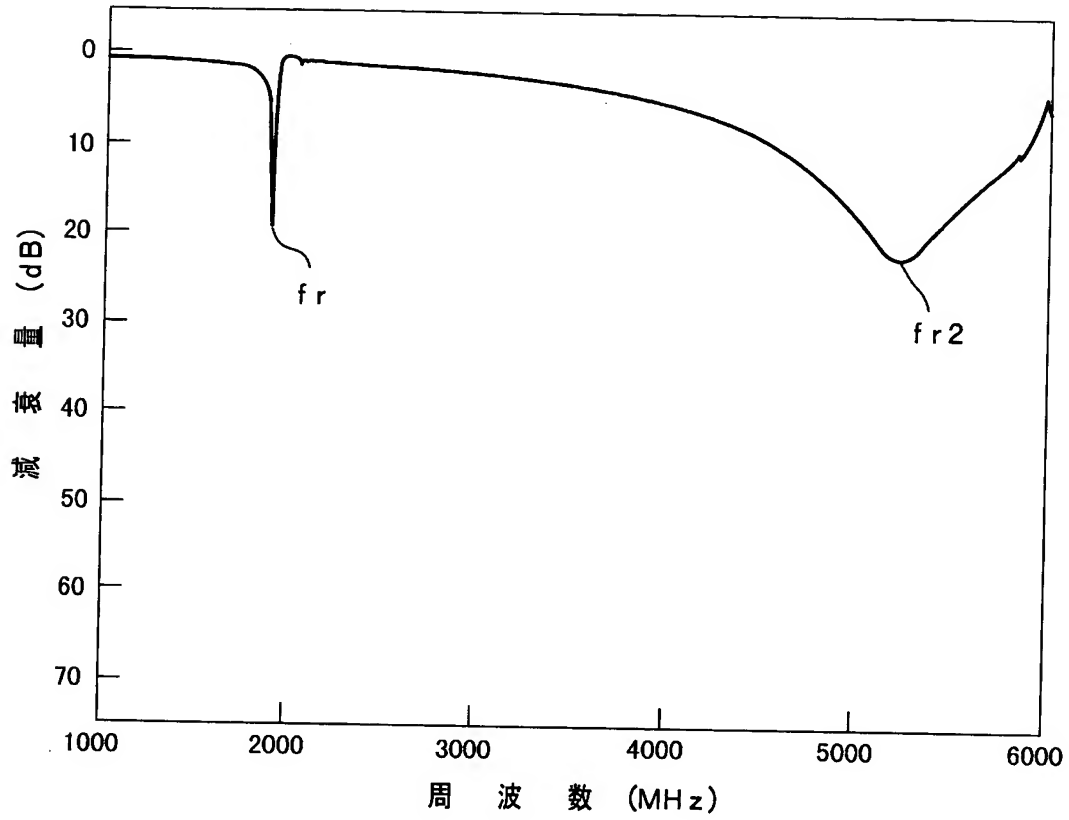
【図 4】



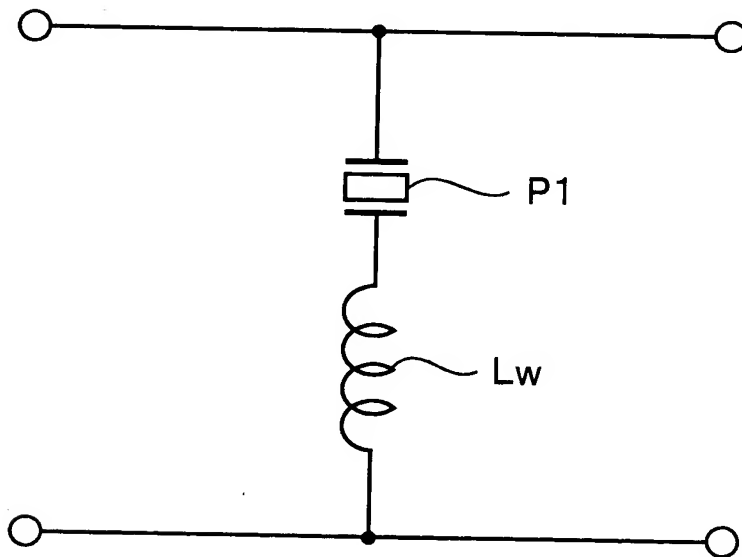
【図 5】



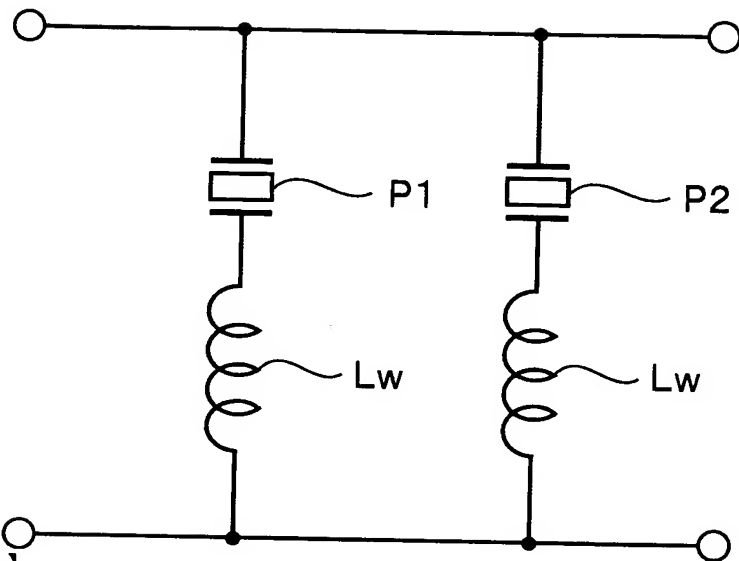
【図 6】



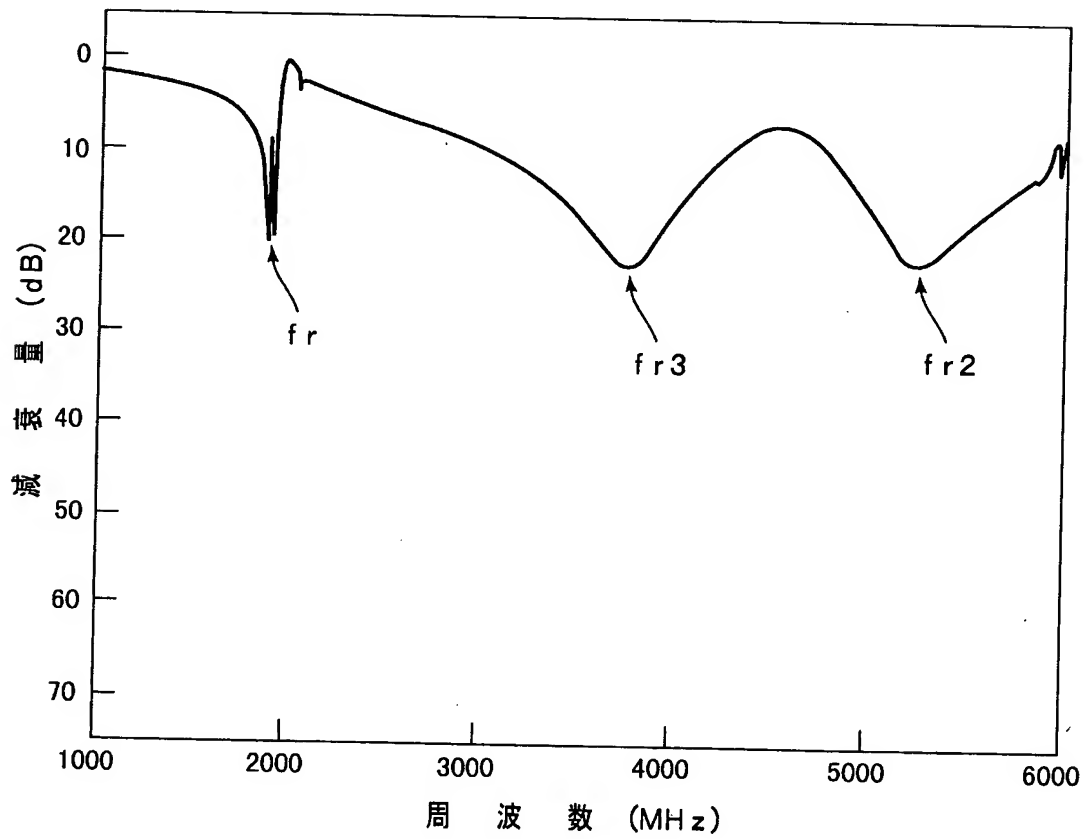
【図 7】



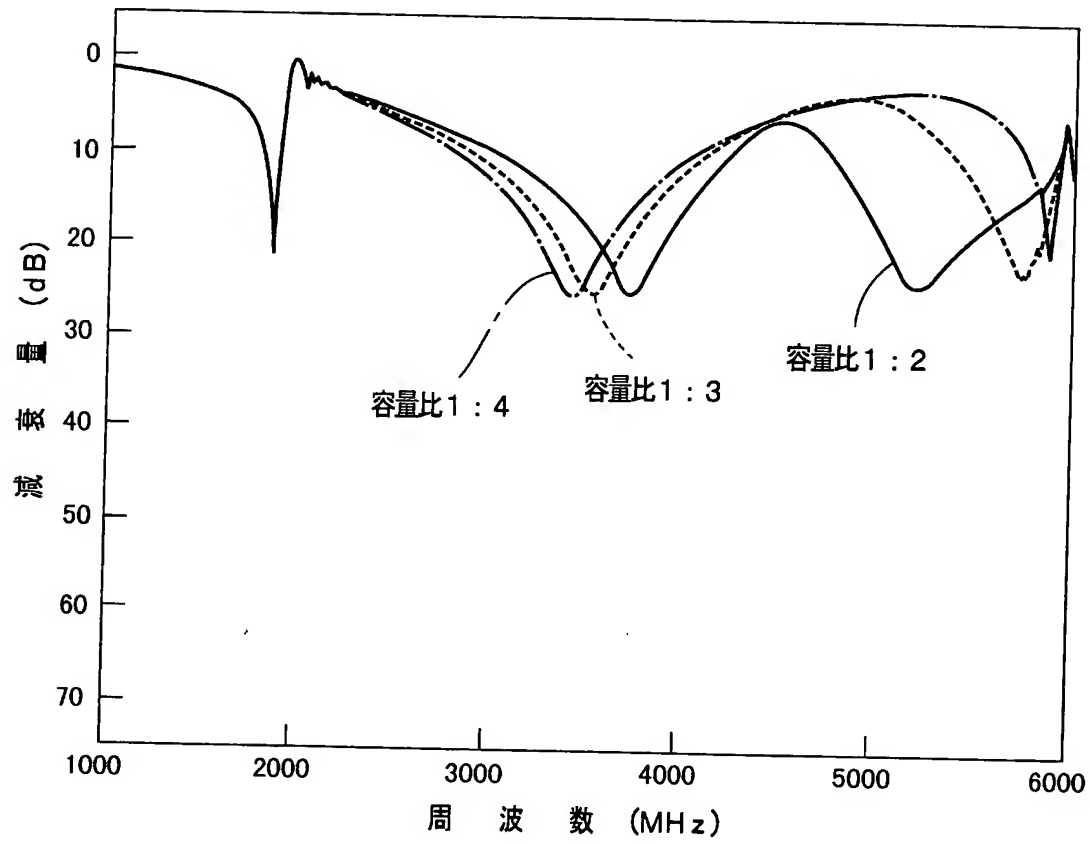
【図 8】



【図 9】

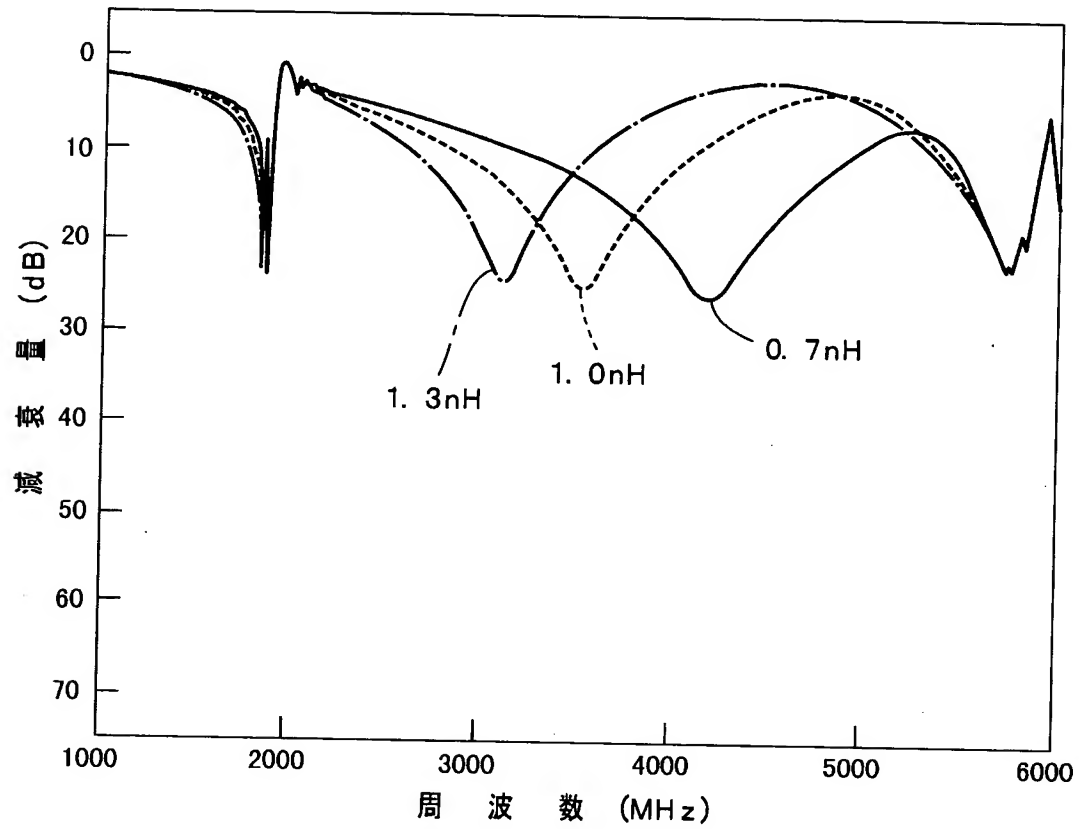


【図 10】

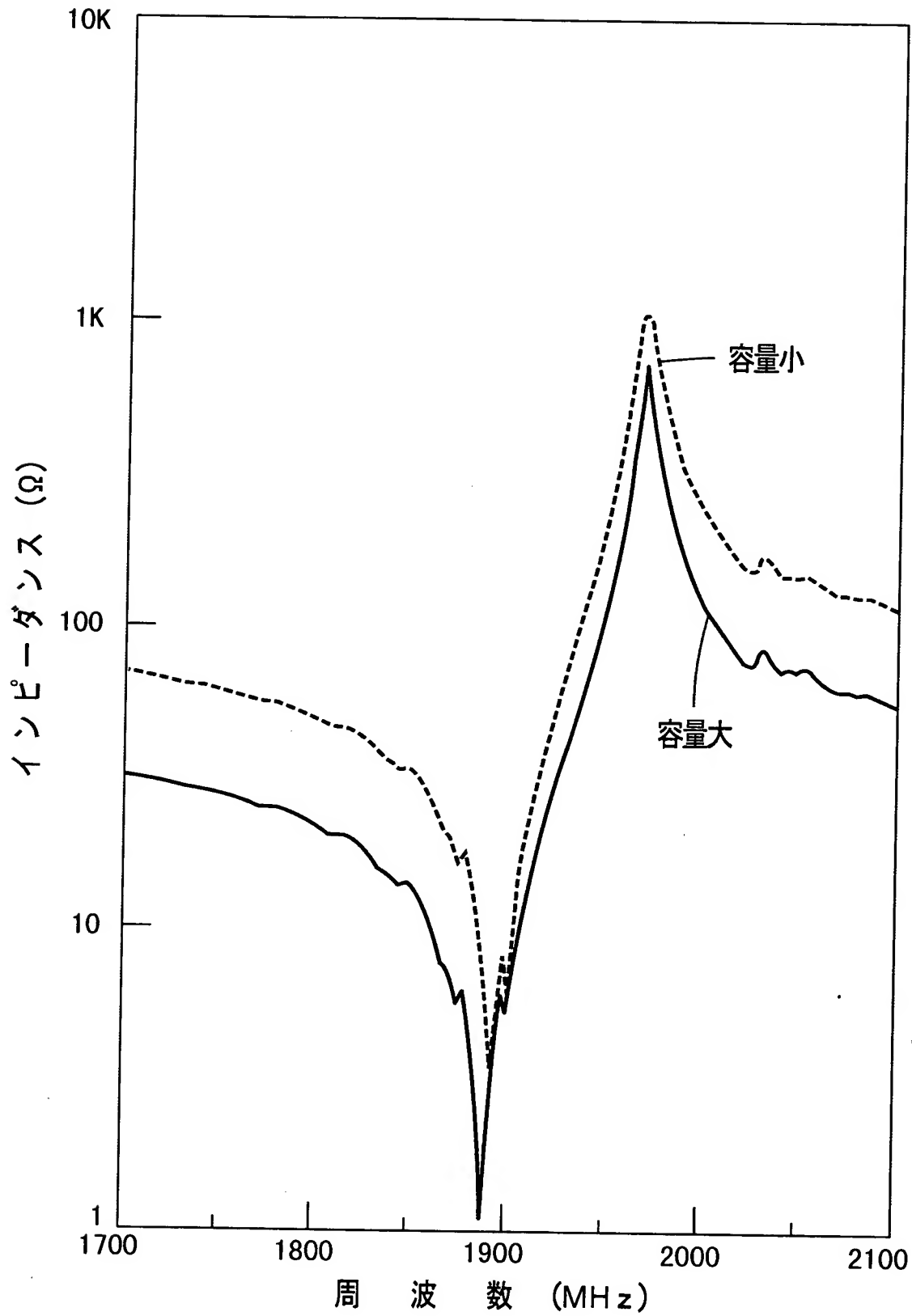




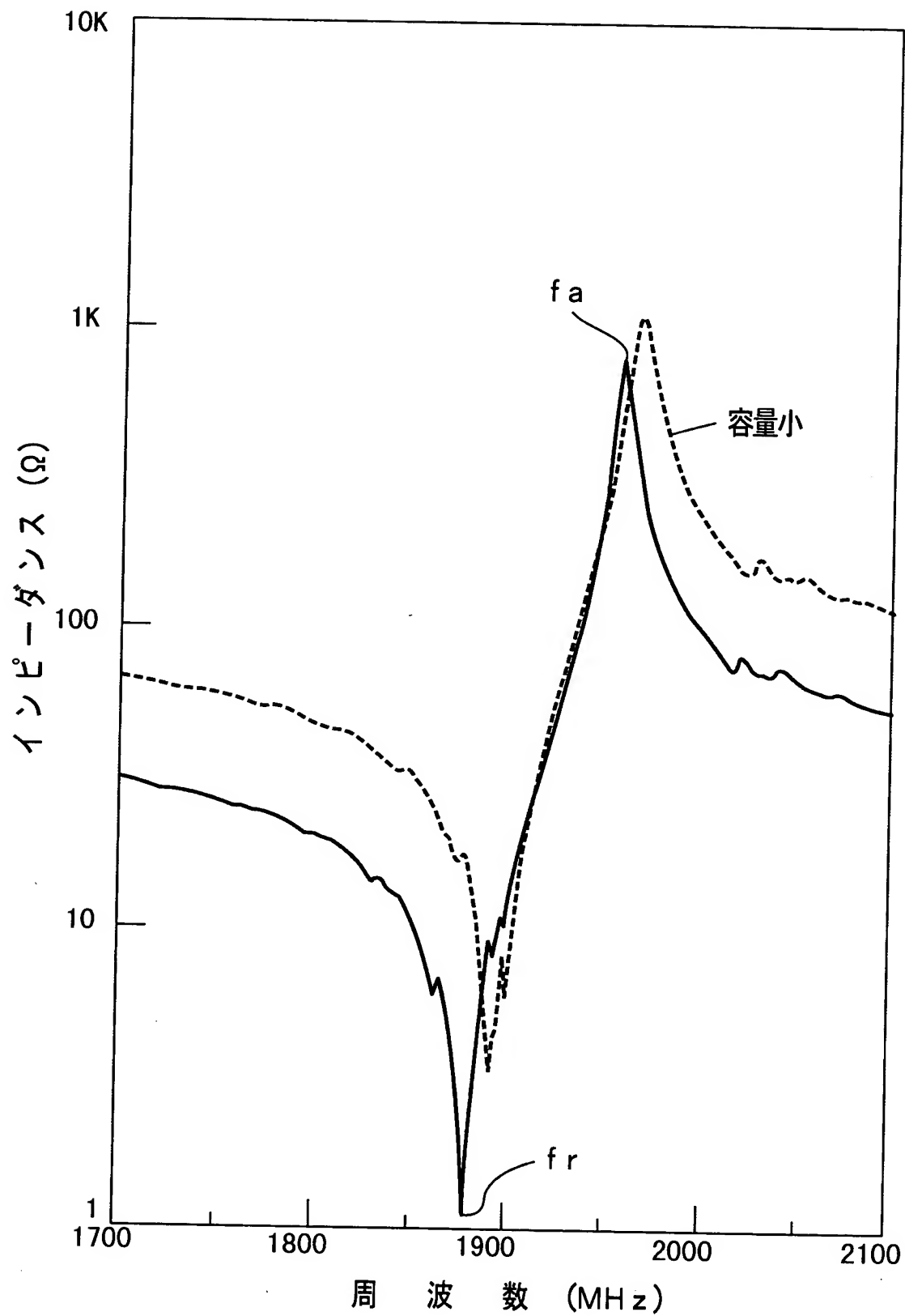
【図 11】



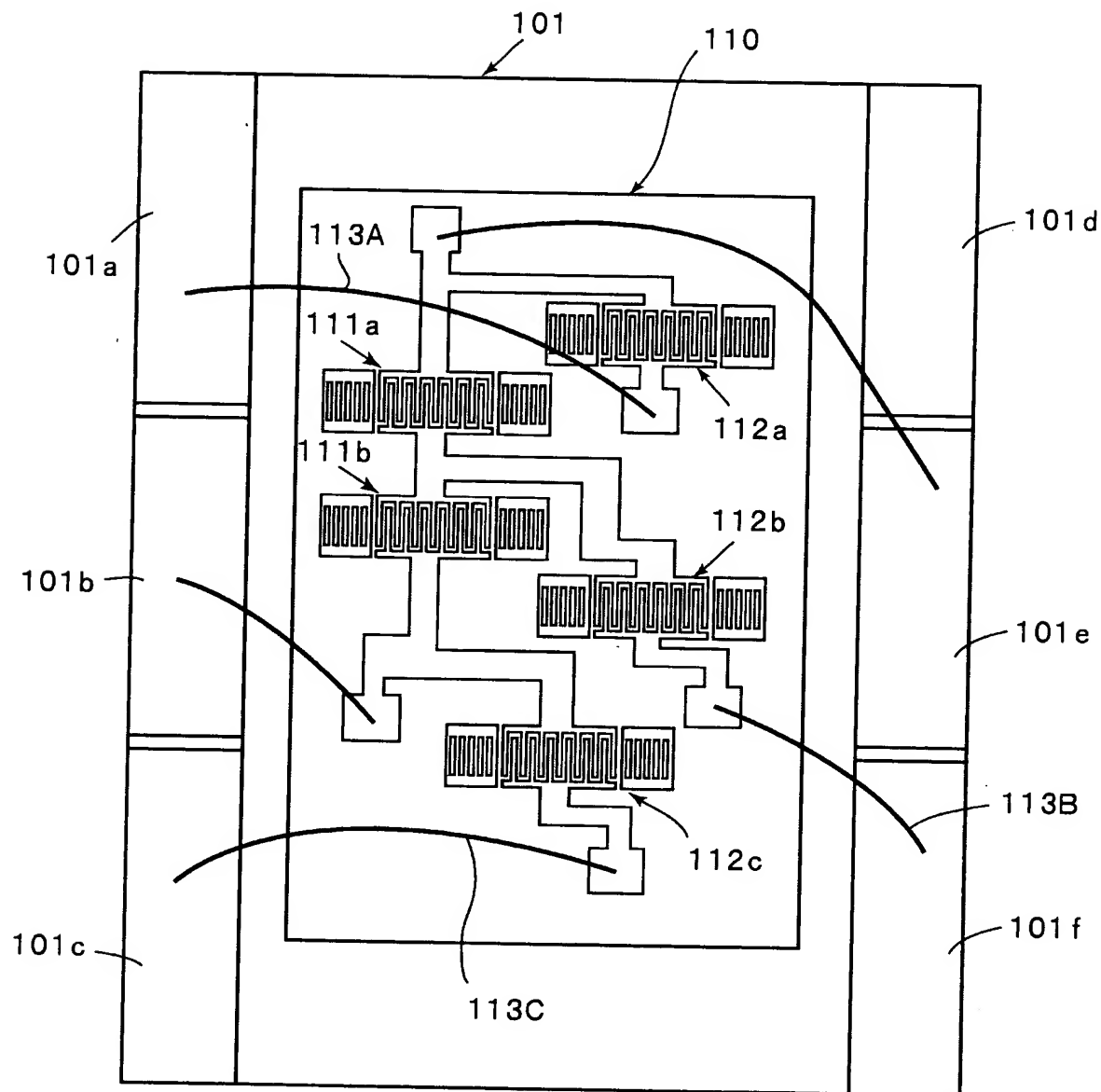
【図 12】



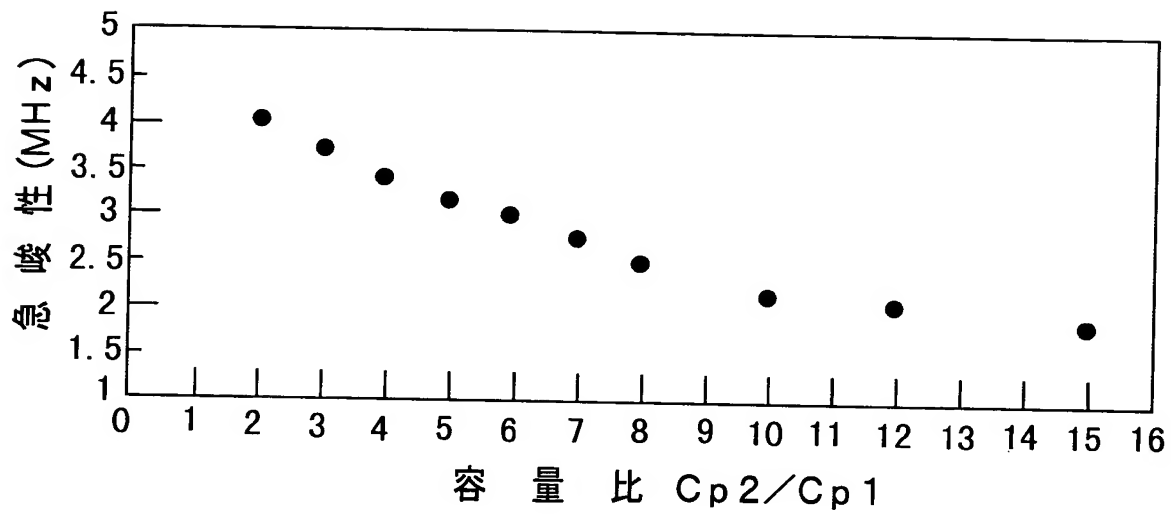
【図 13】



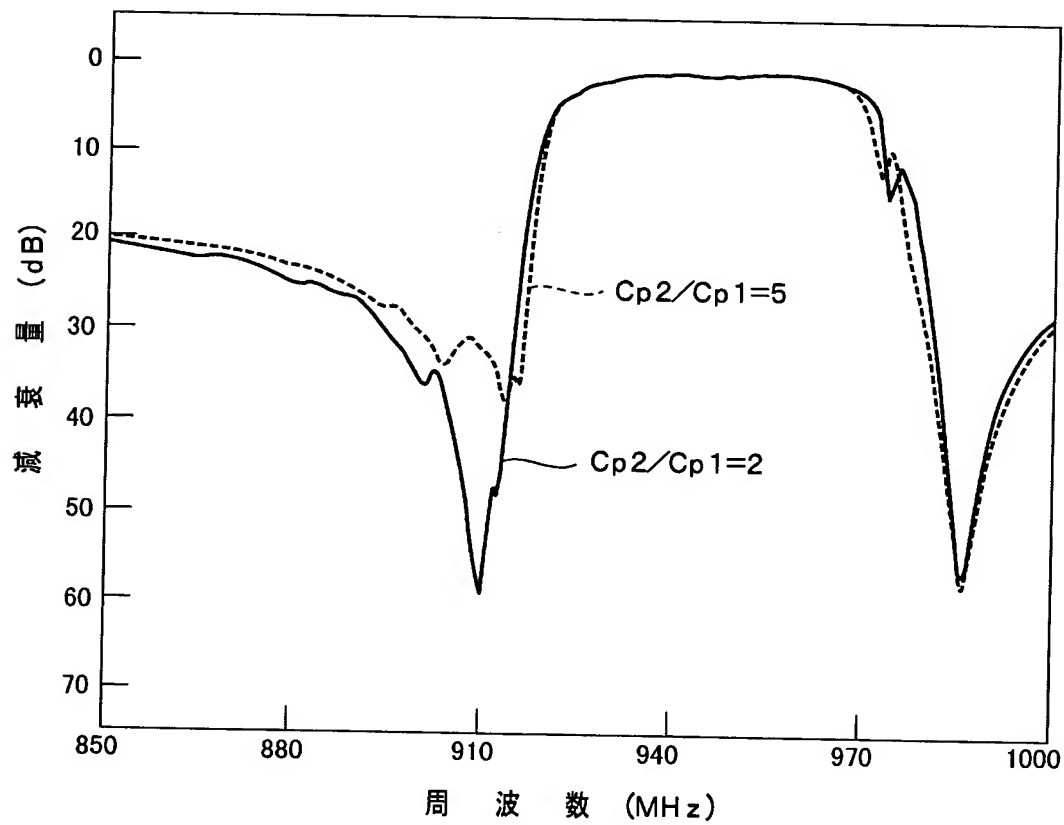
【図14】



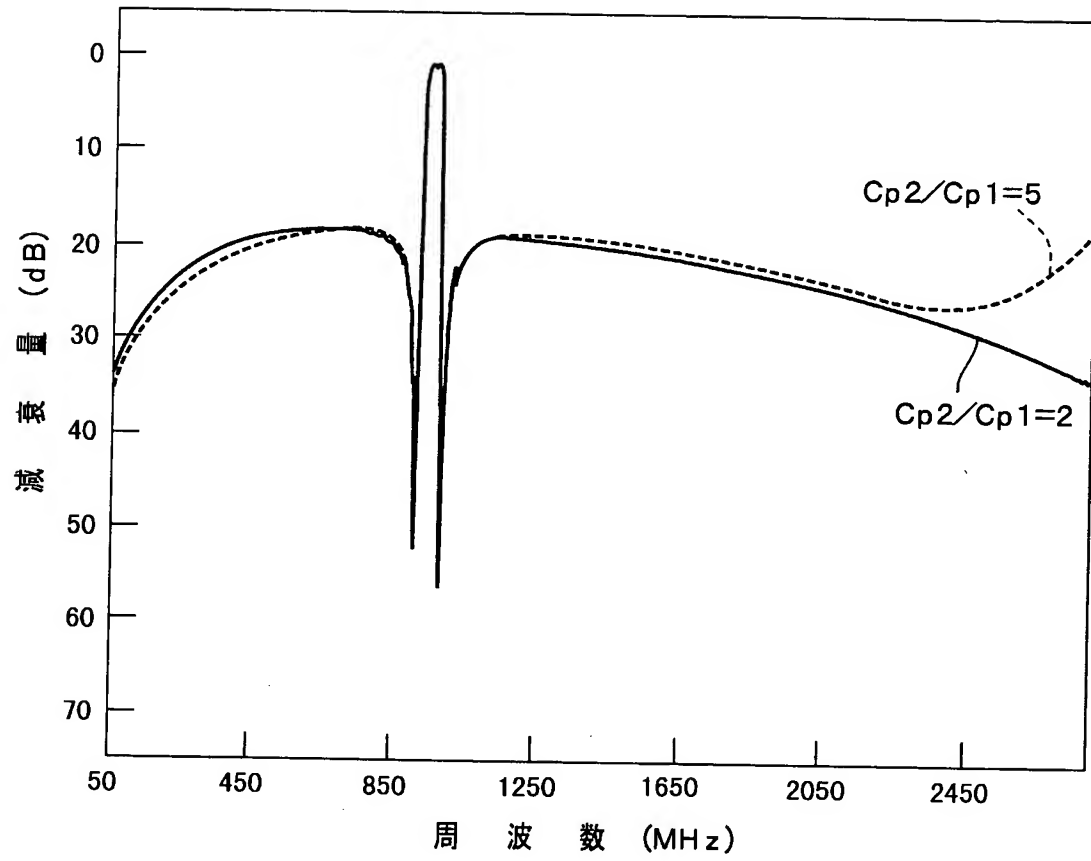
【図 15】



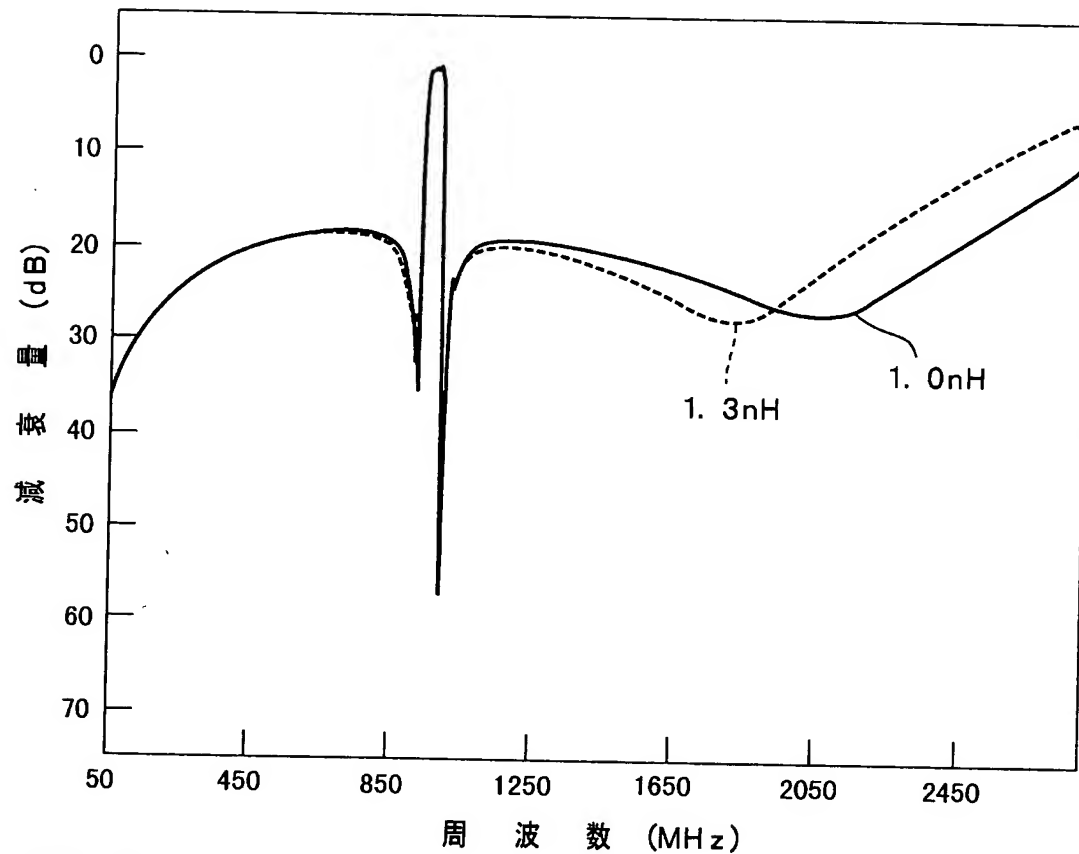
【図 16】



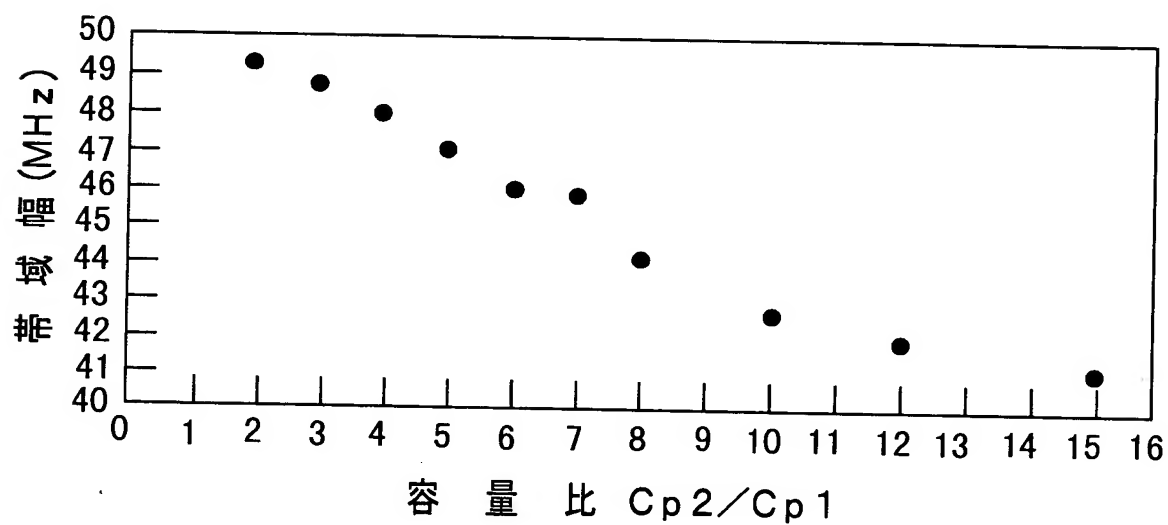
【図 17】



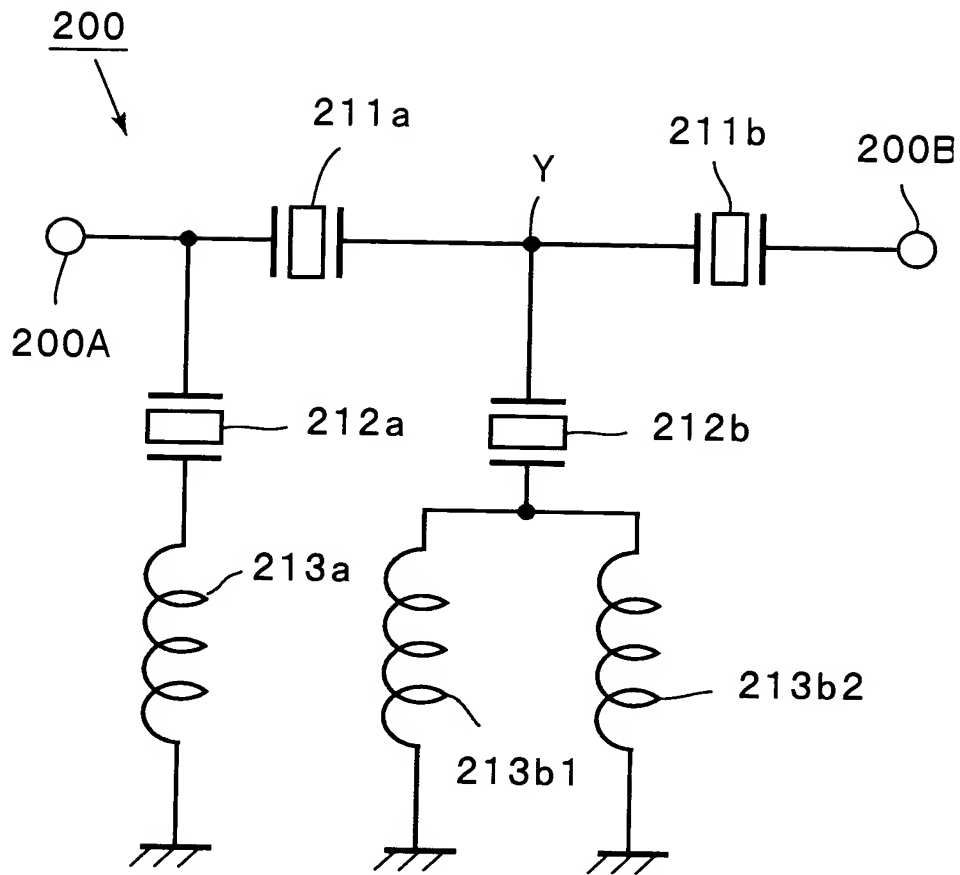
【図 18】



【図 19】

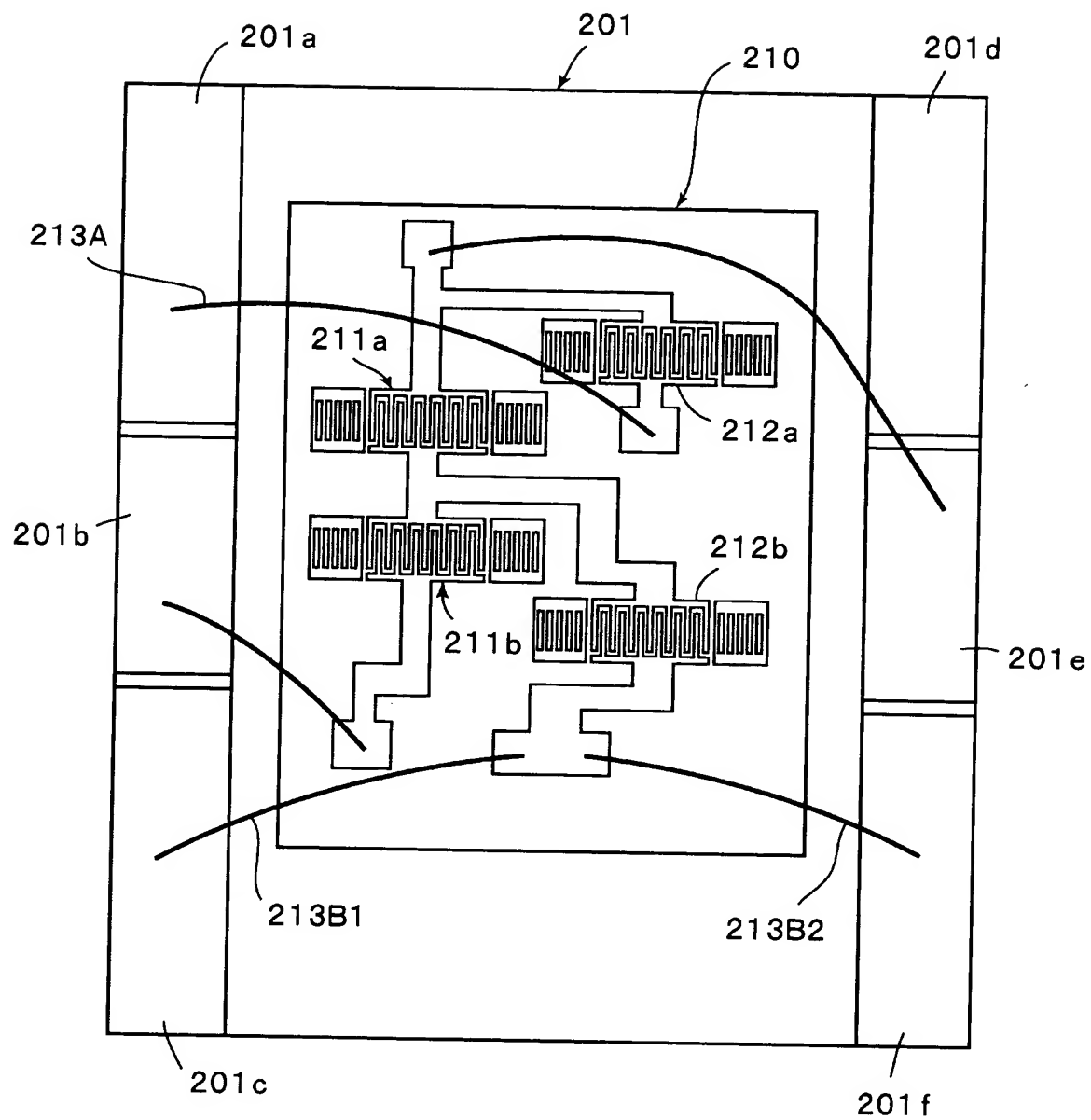


【図 2 0】

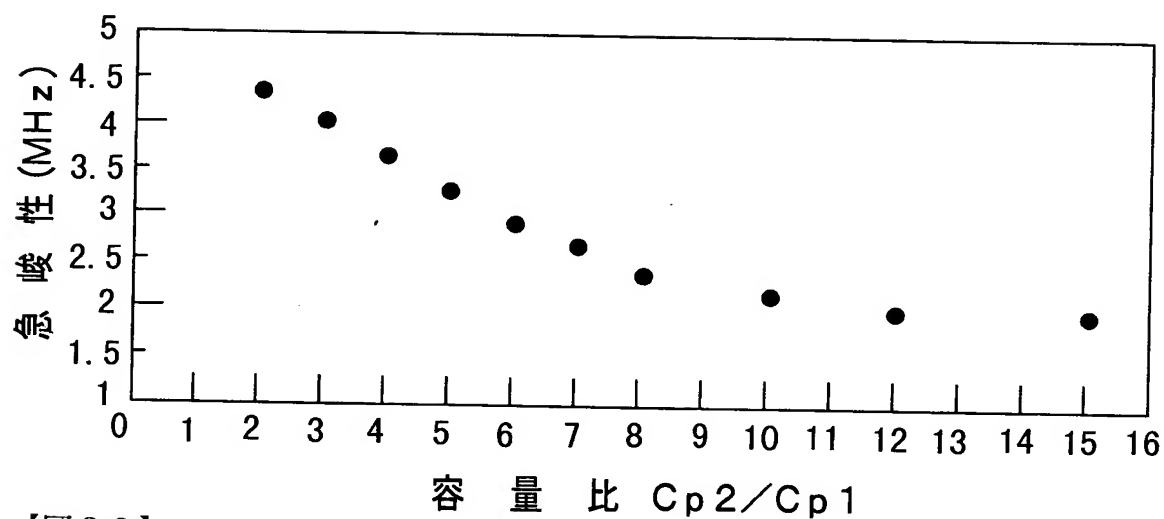




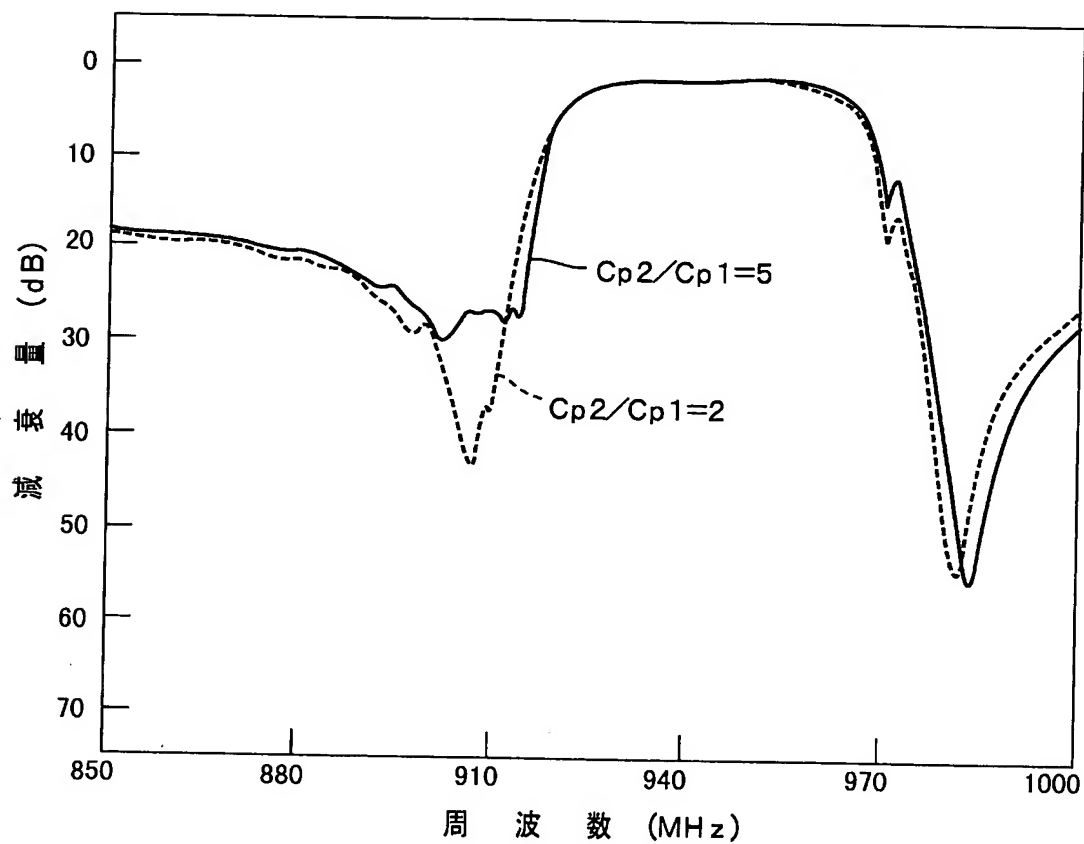
【図 21】



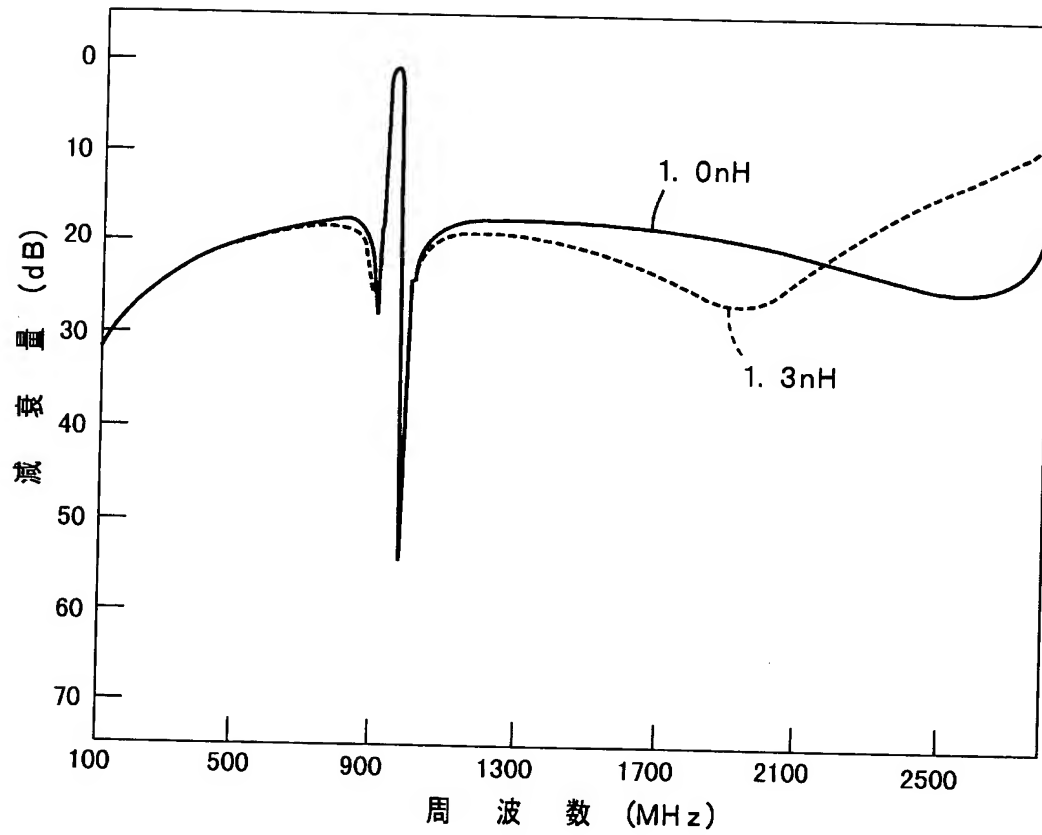
【図 2 2】



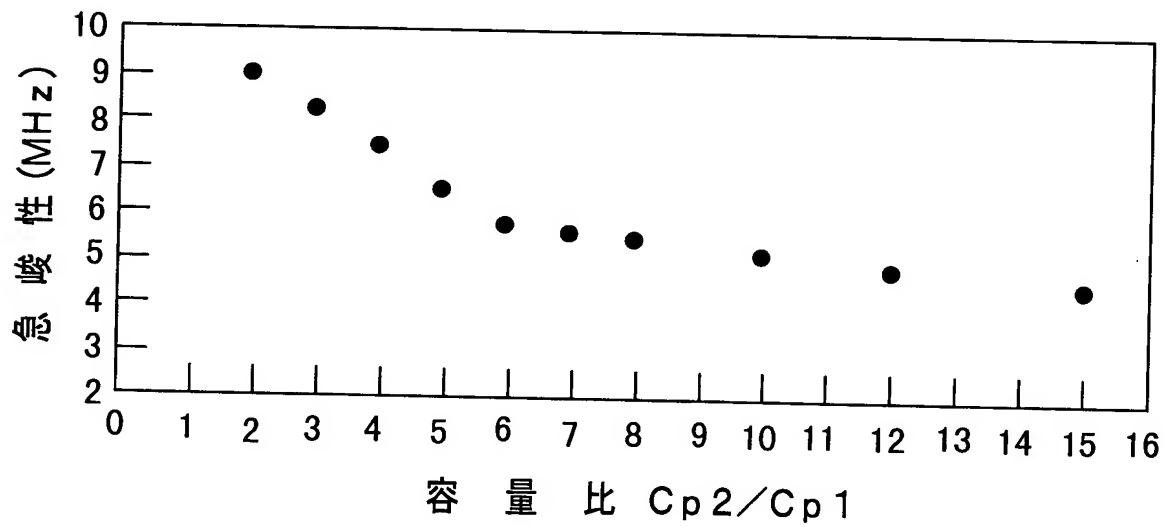
【図 2 3】



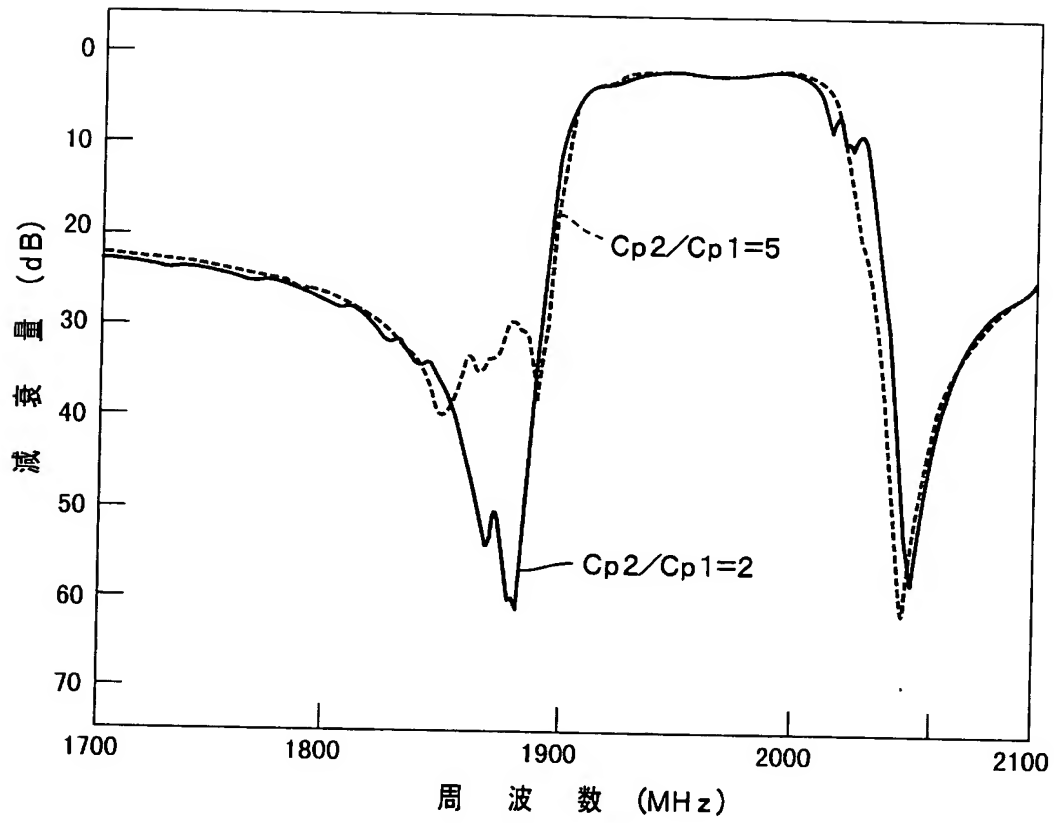
【図 2 4】



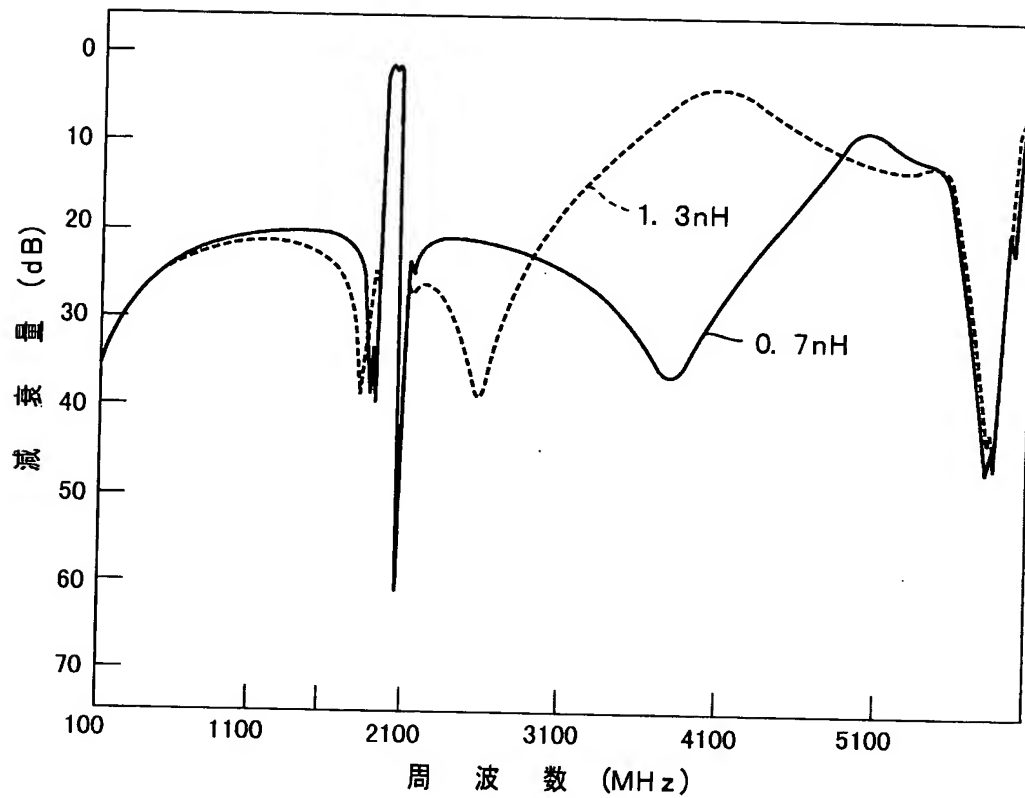
【図 2 5】



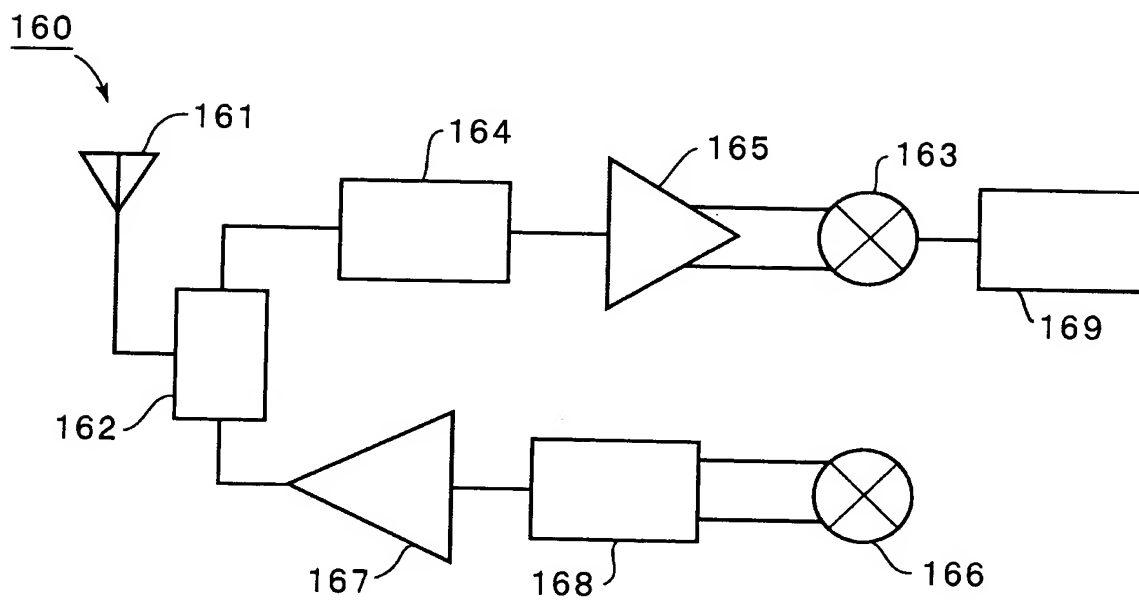
【図 2 6】



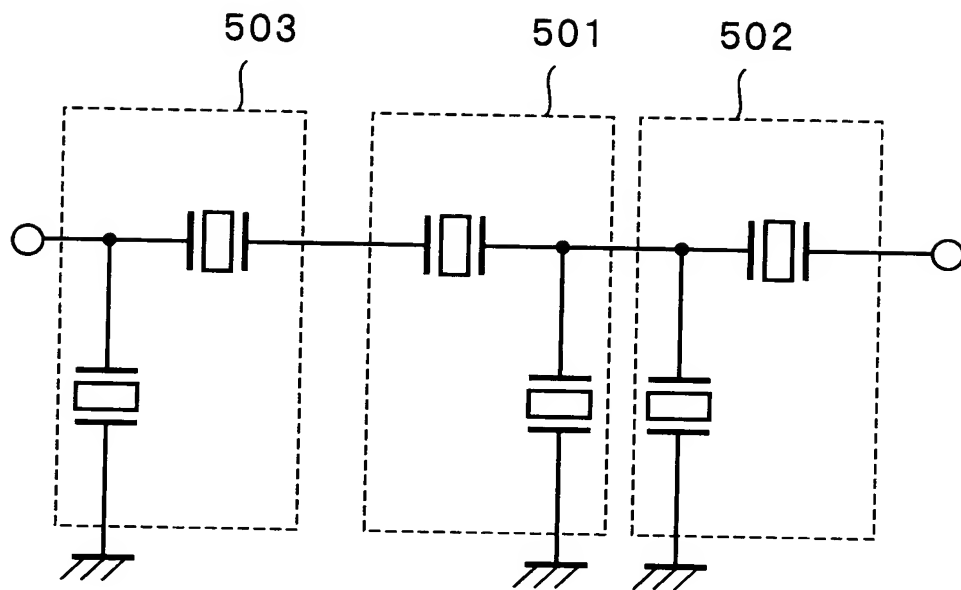
【图 2 7】



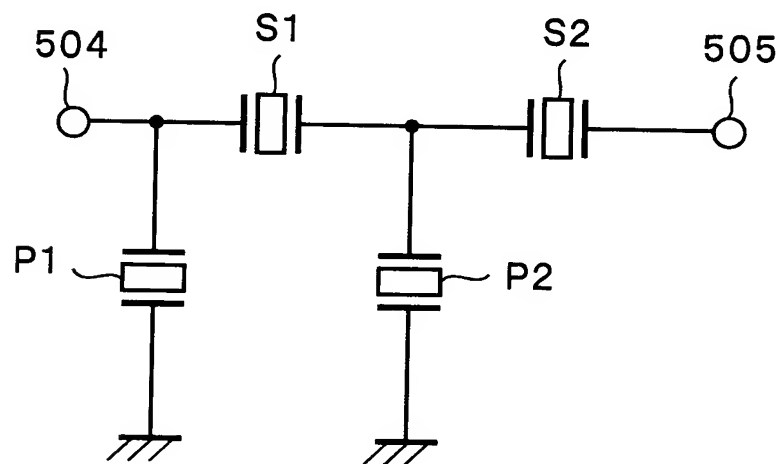
【图 2 8】



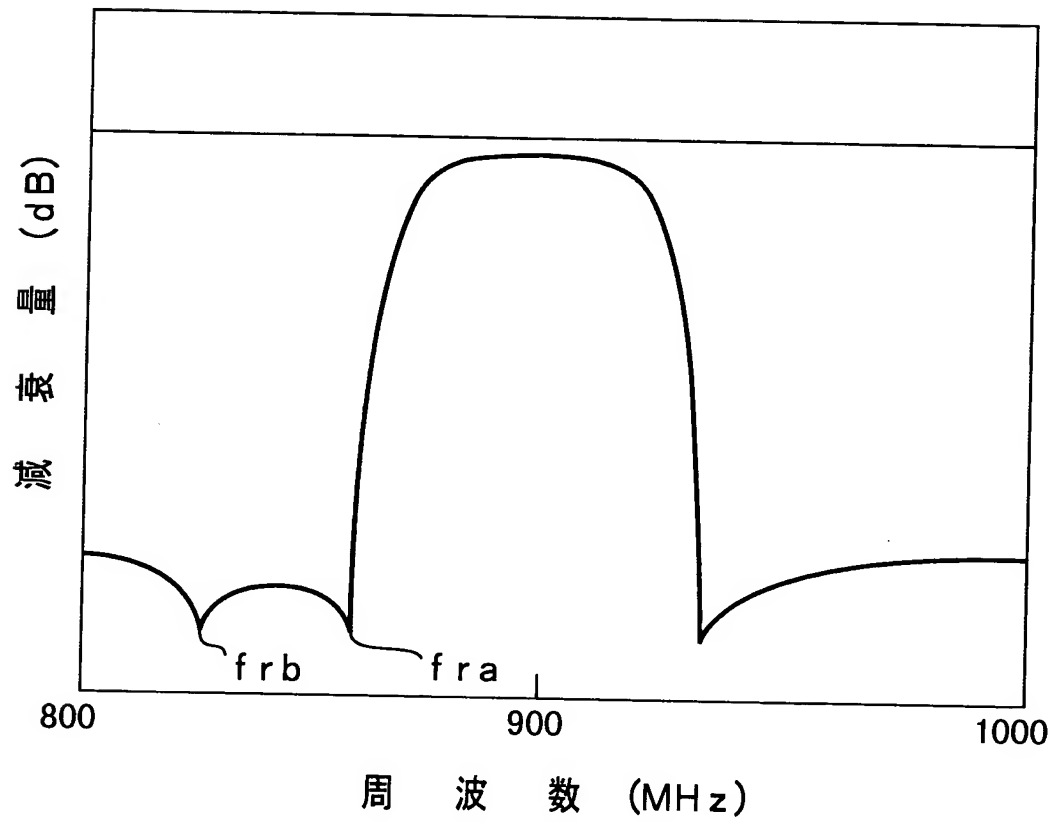
【図 2 9】



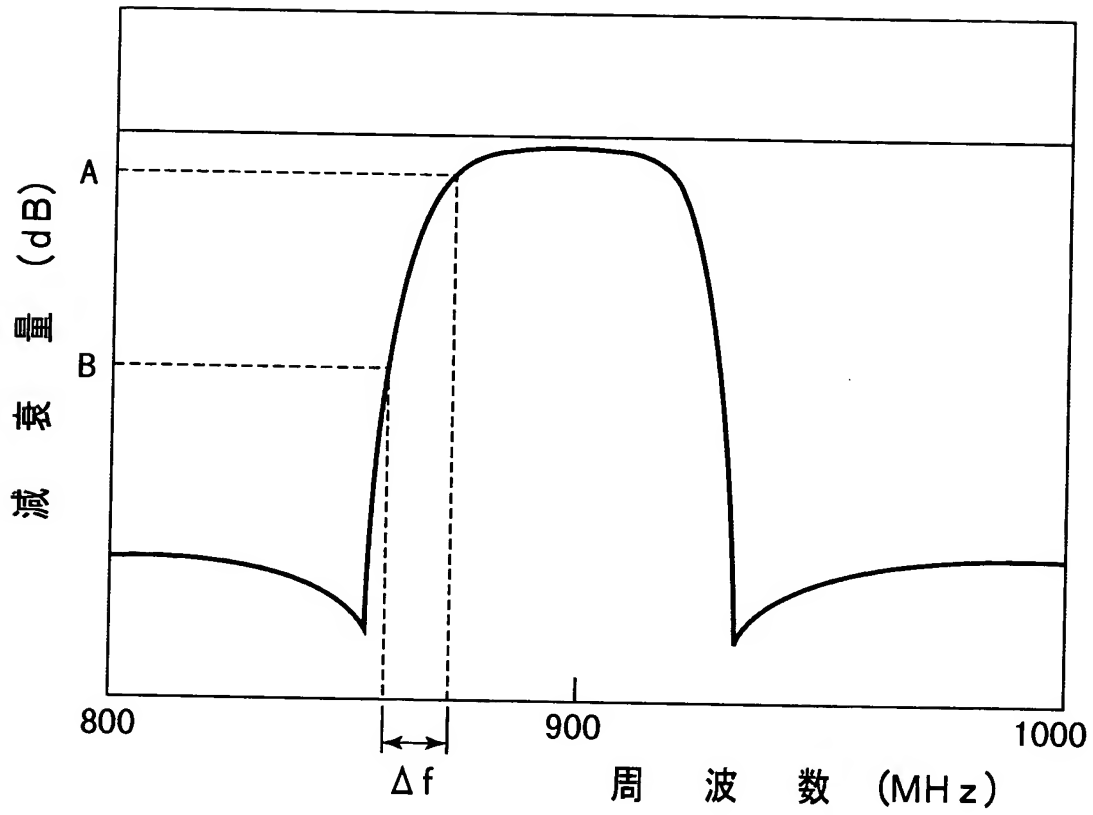
【図 3 0】



【図31】



【図 3 2】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 通過帯域低域側のフィルタ特性の急峻性に優れており、阻止域における減衰量を十分な大きさとし得る、弾性表面波フィルタ装置を提供する。

【解決手段】 一端子対弾性表面波共振子からなる複数の直列腕共振子 1 1 1 a, 1 1 1 b 及び複数の並列腕共振子 1 1 2 a ~ 1 1 2 c を有する梯子型回路構成の弾性表面波フィルタ装置であって、入力端 1 0 0 A または出力端 1 0 0 B に接続された第 1 の並列腕共振子 1 1 2 a, 1 1 2 c の静電容量  $C_{p1}$  と、直列腕共振子 1 1 2 a, 1 1 2 b 間の接続点 A に接続された第 2 の並列腕共振子 1 1 2 b の静電容量  $C_{p2}$  が、 $C_{p1} \times 2 < C_{p2}$  の関係にあり、インダクタンス 1 1 3 b がインダクタンス 1 1 3 a, 1 1 3 c 以下とされている、弾性表面波フィルタ装置 1 0 0。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名 株式会社村田製作所